Э.П. БОРНОЗОЛОКОВ
В.А. КРИВОПАЛОВ

ВОЕННЫЕ РАДИОИГРЫ

БИБЛИОТЕЧКА ПИОНЕРА
Знай и умей
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В этой книге содержатся подробные описания, чертежи и схемы самодельных конструкций различного автоматического оружия и приборов на электронной базе, необходимых школьникам, участвующим во всесоюзной военной игре «Зарница», военизированных походах и играх в пионерском лагере.

Книга рассчитана на учащихся среднего и старшего возраста, немного знакомых с основами радиолюбительства.

Устройств, подобных описанным в книге, промышленность не изготовляет, их обязательно надо сделать самим.

- Э. П. Борноволоков, В. А. Кривопалов
  -
  - Вступление
  - Найди «мину»
    -
    - Простой миноискатель
    - Настоящий миноискатель
  - Бесшумный пистолет
  - Экономьте электроэнергию!
  - Радиокомпас и шагомер
    -
    - Самодельный радиокомпас
    - «Лихо мерили шаги две огромные ноги…»
  - Автоматы системы Ф и ФФ
  - Сторож-невидимка
    -
    - Автоматический сторож
    - Электронный сторож
  - Приложение

Э. П. Борноволоков, В. А. Кривопалов
ВОЕННЫЕ РАДИОИГРЫ

Вступление

Война — это вооруженная борьба между государствами или общественными классами. По своей сущности война есть продолжение политики иными, насильственными средствами. «Всякая война, — писал В. И. Ленин, — нераздельно связана с тем политическим строем, из которого она вытекает. Ту самую политику, которую известная держава, известный класс внутри этой державы вел в течение долгого времени перед войной, неизбежно и неминуемо этот самый класс продолжает во время войны, переменив только форму действия».

Войны являются спутником капитализма. Они перестанут возникать только после победы социалистического строя во всем мире.

Марксистско-ленинское учение различает войны двух родов: справедливые, освободительные войны, имеющие целью защиту народа от внешнего нападения и порабощения, освобождение народа от рабства капитализма, освобождение колоний и зависимых стран от гнета империалистов, и войны несправедливые, имеющие целью захват и порабощение других стран и народов.

В наше время опасность возникновения мировой войны не исчезла. Однако это не означает ее роковой неизбежности, ибо миролюбивые народы, миллионы сторонников мира представляют собой могучую силу, способную сдержать воинственных империалистов.

Наша страна стоит в первых рядах борцов за мир. Но сохранить прочный мир можно лишь при условии, если мы будем иметь самое мощное и совершенное оружие, самую сильную в мире армию. Мы должны быть готовы отразить нападение любого врага.

Советская Армия представляет собой грозную силу, не раз сдерживавшую алчные аппетиты агрессоров всех мастей. Советский солдат — это вчерашний школьник, закончивший среднее образование, способный в более короткие сроки освоить новую технику вооружения.

Вся сложная система современного вооружения немыслима без средств радиоэлектроники. Управление войсками, отдельные подразделения которых могут находиться на больших расстояниях друг от друга и от командования, невозможно без радиосвязи. Попробуйте отдать распоряжение командиру военного корабля или подводной лодки, которые выполняют боевое задание за тысячи километров. Без радио этого сделать

невозможно. А как заблаговременно обнаружить вражеские самолеты или ракеты, не имея современного радиолокатора?

Скорости полета современных сверхзвуковых самолетов и ракет настолько велики, что человек не может управлять ими без быстродействующих электронных устройств.

Электронные приборы для навигации позволяют без видимых ориентиров, в тумане и ночью безошибочно водить корабли и самолеты по нужным трассам.

В этой книге мы расскажем о нескольких электронных устройствах, которые можно сделать самим и использовать на военных занятиях и в походах. Знакомство с «военной» электроникой поможет не только лучше усвоить военную подготовку, но и полюбить радиотехнику вообще и стать настоящими радиолюбителями.

Найди «мину»

Профессия сапера — одна из самых почетных и ответственных в армии. Во время Великой Отечественной войны наши отважные саперы спасли жизнь тысячам советских солдат, обезвредив хитроумные минные ловушки врага.

Закончилась война, бывшие солдаты занялись мирным трудом, но для саперов война не кончилась. На полях героических сражений остались миллионы невзорвавшихся мин и снарядов. Замаскированные склады боеприпасов, брошенные отступавшим врагом, таили в себе смертельную опасность. Тогда на помощь военным саперам пришли добровольцы-осоавиахимовцы.

Советское правительство в феврале 1944 года дало Осоавиахиму (так тогда называли ДОСААФ) трудное и ответственное задание — произвести сплошное разминирование и сбор боеприпасов во всех освобожденных от врага районах. Нужно было очистить от мин колхозные пашни, луга и леса, дать возможность спокойно трудиться и отдыхать жителям районов, освобожденных от немецко-фашистских оккупантов. На Осоавиахим была возложена сложнейшая задача по разминированию прибрежных районов Черного и Азовского

морей, Краснодарского края, Ростовской области, Крыма, Украинской ССР и Белорусской ССР.

Осоавиахимовцы приняли участие в разминировании общественных и жилых зданий, электростанций, заводских корпусов, дорог и мостов.

Только за 1944–1946 годы командами Общества было обезврежено и уничтожено 76 миллионов противотанковых и противопехотных мин, артиллерийских снарядов и авиабомб. В одной Смоленской области было найдено и взорвано столько мин и авиабомб, что для их перевозки потребовалось бы 3000 железнодорожных вагонов.

В подвале Киевского государственного университета было обнаружено около 1000 артиллерийских снарядов крупного калибра. Фашисты, отступая, хотели уничтожить исторический памятник и важнейший культурный центр Украины. Отважные советские минеры ликвидировали этот опасный очаг разрушения в центре столицы Украины.

Таких примеров тысячи.

Даже в наше время изредка находят старые, но все еще таящие в себе грозную силу невзорвавшиеся мины и снаряды.

Только отличное знание способов и средств обезвреживания самых разнообразных взрывоопасных устройств позволяет нашим саперам без потерь ликвидировать смертельно опасные язвы войны. Действительно, как говорят сами минеры, они могут ошибиться только один раз. Достаточно одного неверного движения, малейшей ошибки при разминировании, и тогда не миновать беды…

Может быть, кто-то из вас тоже будет минером, а пока… пока мы предлагаем вам игру «Найди „мину“». В этой игре все настоящее, кроме мин. Вернее, есть и «мины», только они не взрываются.

Для игры нужны миноискатели и «мины». Миноискатели вы должны изготовить сами, а «миной» может служить при поиске на открытой местности массивный (2–3 кг) кусок металла — чугуна или стали. Можно использовать, например, секцию отопительной батареи, старый утюг, кусок водопроводной трубы, колосниковую решетку и т. п.

Игру можно проводить и в помещении. В этом случае потребуется более простой миноискатель, чем при поиске на местности. «Миной» может служить тонкая пластина из металла (кусок кровельного железа, жесть от консервных банок и т. п.). В обоих случаях необходимо только, чтобы металл был ферромагнитным, то есть чтобы он притягивался обычным постоянным магнитом.

Как видите, «мина» достаточно проста. Изготовить же миноискатель несколько сложнее. Здесь нужны некоторые знания основ радиотехники и умение собирать несложные электронные устройства.

Для того чтобы минер мог обнаружить мину, он должен не только уметь пользоваться миноискателем, но и знать, как он устроен.

Большинство настоящих миноискателей представляют собой генераторы электрических колебаний (хочется напомнить вам, что такими же генераторами являются различные передатчики радио- и телевизионных станций, гетеродины приемников, генераторы для изучения азбуки Морзе и др.). Если генератор электрических колебаний выполнить так, чтобы при приближении к нему какого-либо металлического предмета он переставал работать или изменялась тональность звучания (частота колебаний), мы получили бы миноискатель.

Обычно мины и снаряды имеют металлический корпус, поэтому миноискатель представляет собой скорее металлоискатель. Не беда, если мы, разыскивая «мины», найдем посторонние металлические предметы. Зато уж «мину» не пропустим.

Как же изготовить электрический генератор таким, чтобы он чувствовал приближение металлических предметов?

Есть несколько способов конструирования подобных генераторов. Мы познакомим вас с наиболее простым и легко выполнимым.

Для наших целей наиболее подходящим является так называемый *LC*-генератор. Это такой генератор, в котором частота колебаний определяется индуктивностью катушки *L* контура и емкостью конденсатора *C* этого же контура. Свое название генератор и получил от этих элементов. Емкость конденсатора контура нашего генератора трудно выполнить такой, чтобы на величину ее влияли окружающие металлические предметы, а вот катушка индуктивности чрезвычайно чувствительна к подобного рода предметам.

Вы, наверное, видели в кино, как производят поиск мин.

Сапер как бы «ощупывает» землю длинной штангой с утолщением или диском на конце. При этом он прислушивается к сигналам в наушниках. Так вот, на конце штанги в утолщении и находится катушка индуктивности генератора. При приближении к металлическому корпусу мины, которая может быть зарыта в земле, меняется индуктивность контура генератора. Это вызывает изменение тона звука генератора и настораживает сапера. Наибольшие изменения звука происходят, когда катушка

миноискателя находится ближе всего к мине. Таков вкратце принцип действия миноискателя.

Несложные миноискатели можно изготовить самостоятельно или в школьном кружке. Мы расскажем о двух самодельных конструкциях миноискателей.

Простой миноискатель

Собрать простейший электрический генератор можно из электрического звонка. Сам звонок для миноискателя использовать нельзя, но если взять детали, из которых он собран, и добавить к ним один транзистор, конденсатор, наушники батарейку для карманного фонаря, то можно сделать простейший миноискатель для игры «Найди „мину“» в закрытом помещении.

Принципиальная схема миноискателя изображена на рисунке 1.

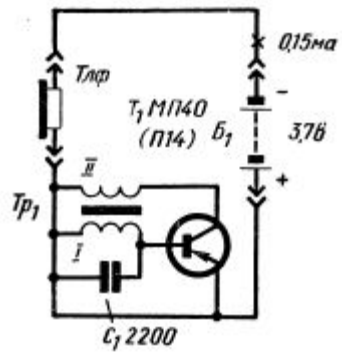

Рис. 1. Принципиальная схема простого миноискателя.

Это простейший *LC*-генератор на одном транзисторе. *Тр1* — это трансформатор, находящийся в звонке. *Т1* — транзистор, в качестве которого может быть использован любой полупроводниковый триод с коэффициентом усиления больше 15. *Тлф* — головные телефоны (наушники ТОН-2), желательно высокоомные, с сопротивлением обмотки 1600 ом. Однако можно использовать и наушники с сопротивлением обмотки 60 ом каждый. Такие низкоомные и высокоомные головные телефоны выпускает наша промышленность.

Генератор миноискателя собирают в корпусе от звонка. Трансформатор звонка *Тр1* следует разобрать и удалить ярмо (перемычку, замыкающую Ш-образный сердечник). Это необходимо для того, чтобы генератор, имея сердечник трансформатора незамкнутым, был чувствителен к приближению посторонних ферромагнитных предметов. Когда такой сердечник приближается к предмету из ферромагнитного материала, меняется индуктивность трансформатора, а следовательно, и частота колебаний генератора (рис. 2).

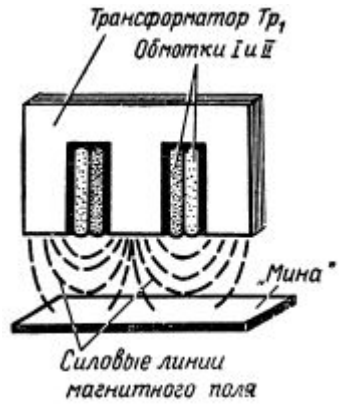

Рис. 2. Трансформатор без ярма.

На этом свойстве и основано действие простейшего миноискателя.

На рисунке 3 показаны детали генератора миноискателя в собранном виде.

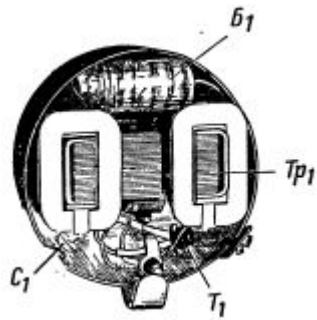

Рис. 3. Миноискатель в собранном виде.

Все соединения между деталями генератора производят короткими отрезками монтажного провода, концы которых в местах соединения обязательно пропаивают оловянным припоем.

В закрытом помещении «мину» прячут под отставшие от стены обои, накрывают ковром, линолеумом или бумагой.

Глубоко прятать ее нельзя — в стенах и полу зданий могут находиться достаточно большие металлические предметы (гвозди, костыли, скобы или арматура железобетона), которые будут мешать поиску.

«Дальнобойность» нашего миноискателя не превышает 2–3 см. Все, что спрятано глубже, обнаружить им невозможно.

Корпус звонка, в котором собран миноискатель, укрепляют на деревянной или металлической ручке длиной 80—100 см и включают наушники (рис. 4).

Рис. 4. Внешний вид простого миноискателя.

После этого приступают к налаживанию всего устройства.

Прежде всего следует проверить правильность соединений. Очень часто ошибка в монтаже может привести к тому, что миноискатель не будет работать или при включении батареи питания транзистор будет испорчен. Только убедившись, что все детали соединены точно по схеме, можно подключать батарею питания. Если нет ошибок в монтаже и все детали исправны, в наушниках должен быть слышен ровный звуковой сигнал (гудение или писк). Но этого может и не быть. Тогда следует поменять местами концы обмотки *II* трансформатора *Тр1*. Желаемую высоту тона подбирают изменением емкости конденсатора *С1*. Иногда емкость конденсатора приходится увеличивать или уменьшать в несколько раз.

Добившись устойчивой работы генератора, нижнюю часть корпуса, где находятся выступы сердечника трансформатора, приближают к металлической пластине. Тон звучания будет резко изменяться. Чем ближе будет находиться металлическая пластина к выступам сердечника, тем сильнее изменится тональность звучания.

Убедившись в исправной работе генератора миноискателя, нижнюю часть его корпуса закрывают тонкой пластиной из гетинакса, текстолита или плотного картона и приступают к отысканию «мин», замаскированных в помещении.

Если у вас нет звонка, который можно переделать в простейший миноискатель, для этой цели подойдет небольшой трансформатор. Очень удобно использовать выходной трансформатор от сетевого лампового радиоприемника. Трансформатор следует аккуратно разобрать, удалить все

прямоугольные пластины, оставив только Ш-образные, и затем снова собрать. Вторичную обмотку, выполненную толстым проводом и содержащую 80-120 (иногда больше) витков, используют в качестве коллекторной обмотки (обмотки *I* на рисунке 1). Обмотка с большим числом витков из тонкого провода в миноискателе будет обмоткой *II*.

Корпусом для такого миноискателя может служить жестяная банка из-под леденцов, футляр от реле типа МКУ-48 или любой другой, подходящий по размерам.

Настоящий миноискатель

Во время войны большую часть мин скрытно устанавливают на дорогах, минируют целые поля, лесные и горные тропы. Поэтому мины нужно уметь находить не только в зданиях, но и на открытой местности.

Миноискатель для поиска «мин» в нашей игре на открытой местности должен быть более чувствительным. С его помощью мы должны обнаруживать «мины», спрятанные в земле на глубине до 10–15 см. Такой миноискатель содержит уже не один, а два генератора электрических колебаний и смеситель. Генераторы и смеситель собирают также на транзисторах.

В простом миноискателе генератор создавал электрические колебания низкой (звуковой) частоты. В миноискателе с двумя генераторами лучше использовать более высокие частоты, раз в 10—100 выше, чем в простом миноискателе. Приближение металлического предмета (мины) к высокочастотному генератору вызывает большие изменения частоты, чем в случае низкочастотного генератора. Миноискатель становится более чувствительным. Но у высоких частот есть большой недостаток — мы не можем их услышать.

Для того чтобы можно было обнаружить на слух изменения частоты высокочастотного генератора при приближении его к металлической мине, необходим второй такой же генератор. Изменение частоты первого генератора мы сможем услышать благодаря биениям, возникающим в смесителе, если на него подать напряжения высокой частоты, получаемые от первого и второго генераторов. Отсюда становится понятным и назначение смесителя.

Чтобы понять, что такое биения, вспомните, как настраивают струнные музыкальные инструменты. Настройщик пианино или рояля пользуется камертоном — прибором, издающим звук строго определенного и постоянного тона. Заставив звучать камертон (первый генератор звука), настройщик нажимает клавишу, соответствующую определенной ноте, струна инструмента колеблется, издавая звук (работает второй генератор). Если звуки, получаемые от камертона и струны, совпадают по тону, то есть они одинаковы по частоте, настройщик четко улавливает своим ухом (смесителем) резкое уменьшение силы и частоты звука. Происходит это оттого, что при сложении двух колебаний с одинаковой частотой суммарные колебания получаются очень высокой или очень низкой частоты. Кроме того, в результате получаются колебания с утроенной,

учетверенной и т. д. частотами. Эти колебания невелики, и мы их слышим очень слабо.

Настройщик ориентируется по разности частот. Разность равна нулю, если частоты совпадают. Такое явление, происходящее, кстати говоря, с любыми (электрическими, механическими, звуковыми и другими) колебаниями, и получило название нулевых биений.

Если частоты колебаний струны и камертона неодинаковы, настройщик слышит разность колебаний струны и камертона. Натягивая или ослабляя струну, он добивается совпадения частот камертона и струны, то есть получает нулевые биения между собственными частотами камертона и струны. Если складывать в смесителе электрические колебания, то наблюдается та же картина. При равенстве частот генераторов получается разностная частота, равная нулю. При работе генераторов на различных частотах в результате получается частота, равная разности частот двух генераторов.

В нашем миноискателе первый электронный генератор работает на частоте 465 000 *гц* (465 *кгц*). Это означает, что в нагрузке генератора мы получаем колебания электрического тока с частотой 465 тысяч раз в минуту. Если такие колебания подать непосредственно в наушники, то мы ничего не услышим: человек не может слышать звуки с частотой более 15 000—20 000 колебаний в секунду (15–20 *кгц*). Второй генератор миноискателя работает с частотой 470 *кгц*. Если колебания первого и второго генераторов сложить в смесителе, то на выходе смесителя мы получим разностную частоту:

470 кгц — 465 кгц = 5 кгц.

Вот эти колебания уже можно подавать в наушники. Звук с частотой 5 *кгц* мы хорошо слышим.

Посмотрите на рисунок 5.

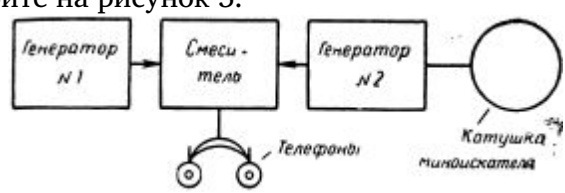

Рис. 5. Блок-схема настоящего миноискателя.

На нем показано, как соединяются генераторы и смеситель. Если катушку контура второго генератора (№ 2) приблизить к «мине», индуктивность контура (как и в простом миноискателе) изменится, а следовательно, и частота генератора будет иной, и разностная частота сразу же будет заметна на слух. Чем ближе будет находиться катушка второго генератора к «мине», тем

сильнее изменится тон звука в наушниках. Может даже наступить такой момент, когда звук будет настолько низким, что мы перестанем его слышать. Это случится, когда катушка второго генератора приблизится вплотную к «мине» и разность частот генераторов станет совсем незначительной, то есть когда мы обнаружим место, где спрятана «мина».

Принципиальная схема одного из вариантов миноискателя изображена на рисунке 6.

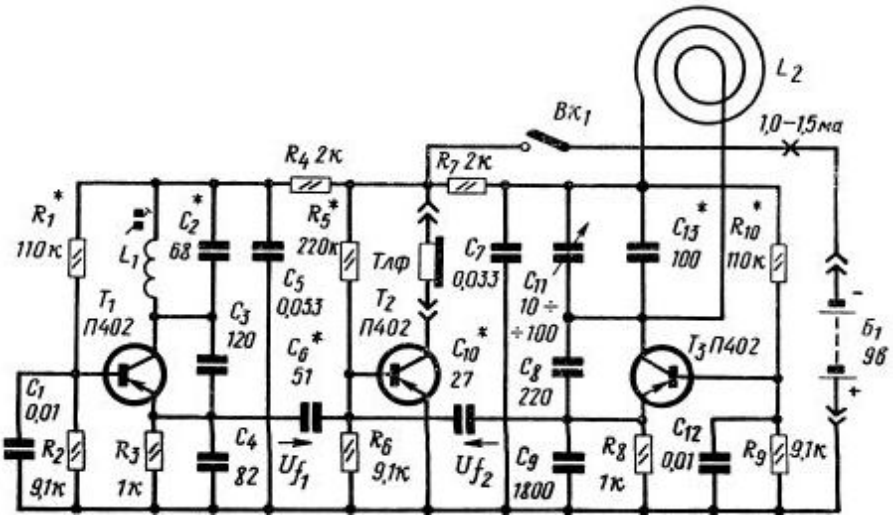

Рис. 6. Принципиальная схема настоящего миноискателя.

Первый генератор, частота колебаний которого постоянна и равна примерно 465 *кгц*, собран на транзисторе *Т1*. Схема такого генератора получила название емкостной трехточки, потому что все три электрода транзистора подключены к конденсаторам, с помощью которых становится возможной работа генератора. Частота генерируемых колебаний напряжения определяется величинами элементов контура *L1C2C3C4*. Резисторы *R1, R2* и *R3* служат для создания устойчивой работы транзистора *Т1*. С помощью этих резисторов на электроды транзистора подаются необходимые напряжения питания, что позволяет получить определенный режим работы транзистора. Кроме этого, указанные резисторы создают такие условия работы транзистора, что генератор может работать при значительных колебаниях окружающей температуры. А это очень важно, так как миноискатели используют и в зимнюю стужу, и в летнюю жару.

Как мы уже говорили, частота колебаний, развиваемых первым генератором, равна 465 *кгц*. Можно взять элементы контура *L1C2* другие, и тогда генератор будет работать на иных частотах. Мы взяли эту частоту исключительно из-за того, что катушки индуктивности для работы в таком контуре можно

приобрести в любом радиомагазине или взять из старого радиоприемника.

Напряжение с такой частотой выделяется на резисторе *R3* и через конденсатор *C6* поступает на смеситель, собранный на транзисторе *T2*. Конденсатор *C6* необходим для того, чтобы постоянное напряжение от источников питания не попало через резистор *R5* на эмиттер транзистора *T1* и не нарушило нормальную работу первого генератора.

Резистор *R4* и конденсатор *C5* образуют ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего влияние одного генератора на другой. Ведь частоты, на которых работают оба генератора, не очень отличаются одна от другой, и, если не будет развязывающего фильтра, оба генератора будут работать точно на одной частоте, и миноискатель будет бездействовать.

Одной ячейки фильтра может оказаться недостаточно, поэтому по другую сторону смесителя установлена еще одна ячейка, состоящая из резистора *R7* и конденсатора *C7*.

Второй генератор собран по такой же схеме, что и первый, с той лишь разницей, что частота настройки его может изменяться в небольших пределах с помощью конденсатора переменной емкости *C11*. Этим конденсатором можно настроить второй генератор при отсутствии «мины» точно на частоту первого. Благодаря нулевым биениям звук в наушниках в этом случае исчезнет.

Вторым отличием генератора, собранного на транзисторе *T3*, является конструктивное оформление катушки индуктивности *L2* его резонансного контура. Эта катушка выполнена в виде большой, диаметром 20–35 см, круглой рамки, укрепленной на деревянной штанге.

Переменное напряжение со второго генератора подается на смеситель через конденсатор *C10*. Резисторы *R5* и *R6* относятся к смесителю и образуют такой же делитель напряжения питания, как и резисторы *R1* и *R2* в первом генераторе и *R9, R10* во втором. Этот делитель нужен для создания необходимого режима работы транзистора *T2* смесителя. Нагрузкой смесителя служат головные телефоны (наушники) *Тлф*. Кроме функций смешивания электрических колебаний от двух генераторов, смеситель еще и усиливает суммарные колебания, что делает звук в наушниках более громким и отчетливым.

Катушку *L2* при поиске «мин» перемещают вдоль исследуемой поверхности. Как только рядом с катушкой появляется металлическая «мина», близость массивного металлического предмета меняет индуктивность катушки, а следовательно, меняется и частота колебаний, генерируемая

вторым генератором. Это изменение частоты мы отчетливо слышим в наушниках при приближении к «мине».

Итак, наш миноискатель работает следующим образом. При включении питания (батарея КБС-Л-0,50 от карманного фонаря или батарея «Крона» от малогабаритного транзисторного приемника) с помощью выключателя *Вк1* оба генератора начинают работать. Высокочастотное напряжение с генератора, собранного на транзисторе *Т1*, через конденсатор *С6* поступает на базу смесителя (транзистор *Т2*). На базу этого же транзистора через конденсатор *С10* поступают и высокочастотные колебания от генератора, собранного на транзисторе *Т3*. В нагрузке смесителя-усилителя образуются и сумма и разность и много других комбинационных частот в результате сложения двух высокочастотных колебаний. Нас интересует только разность этих колебаний, которую мы сможем услышать в наушниках.

Уменьшение или увеличение разностной частоты произойдет тогда, когда катушка индуктивности резонансного контура второго генератора будет приближаться к разыскиваемой «мине».

Корпусом миноискателя может служить любая пластмассовая, деревянная или металлическая коробочка размерами 108х68 *мм*. Очень удобно поместить миноискатель в пластмассовом корпусе от карманного приемника. Такие корпуса имеются в продаже.

Монтаж миноискателя и все его детали, кроме катушки *L2* и наушников, размещены на гетинаксовой плате размерами 57х45 *мм* и толщиной 1,5–2,0 *мм*. Для монтажной платы можно использовать любой другой листовой изоляционный материал, даже тонкую фанеру.

Размеры монтажной платы следует выбирать в зависимости от величины футляра, в который помещают миноискатель. Внешний вид платы с деталями миноискателя показан на рисунке 7, а весь миноискатель — на рисунке 8.

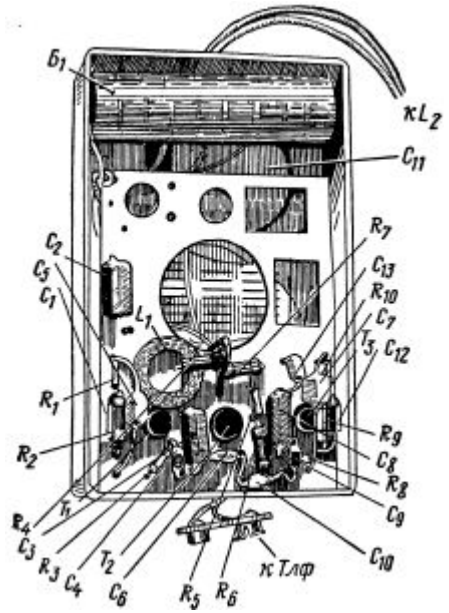

Рис. 7. Монтажная плата миноискателя.

Рис. 8. Внешний вид настоящего миноискателя.

Изготовление миноискателя начинают с заготовки монтажной платы. Выпиливают из листового материала плату по размерам заготовки (рис. 9) и затем просверливают все отверстия, указанные на этом чертеже.

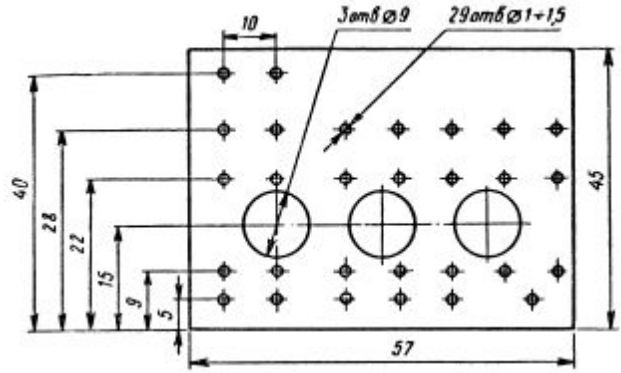

Рис. 9. Разметка монтажной платы.

В отверстия диаметром 1,0–1,5 *мм* забивают монтажные штырьки или пистоны. Штырьки можно изготовить из медной луженой проволоки. К этим штырькам припаивают соединительные провода или выводы деталей. При изготовлении большого количества миноискателей очень удобно использовать печатный монтаж.

Все детали, входящие в миноискатель, за исключением катушек *L1* и *L2*, фабричные, имеющиеся в широкой продаже. Катушка *L1* содержит 200 витков провода, намотанных без каркаса. Намотка типа «универсаль» проводом ПЭЛШО 0,1. В данной конструкции используется одна секция от контура промежуточной частоты приемника «Рекорд» старого выпуска. Можно катушку *L1* изготовить самостоятельно. Для этого необходим каркас из любого изоляционного материала. Диаметр каркаса 12 *мм*. Внутри каркаса должен быть подстроенный ферритовый или карбонильный сердечник. Чертеж каркаса показан на рисунке 10.

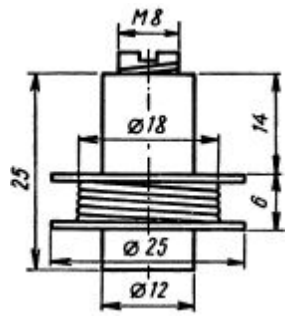

Рис. 10. Чертеж каркаса катушки генератора.

Катушка *L2* несколько необычной конструкции. Она намотана без каркаса. Диаметр намотки 350 *мм*, число витков 14, провод ПЭЛ 0,25.

В связи с тем, что эту катушку в процессе поиска «мин» мы

будем перемещать вдоль поверхности земли, часто задевая за различные неровности почвы, ее следует обернуть несколькими слоями изоляционной ленты либо поместить в защитную оболочку, выполненную из оболочки коаксиального кабеля или любого другого, имеющего хлорвиниловую изоляцию. Катушку *L2* следует укрепить на деревянной рейке длиной 80—100 см. Когда будут готовы плата, катушки индуктивности и все детали для миноискателя, можно приступать к монтажу.

Прежде чем припаивать детали, следует убедиться в их исправности. После окончания монтажа, то есть когда все детали будут установлены на свои места и соединены монтажными проводами, необходимо проверить правильность монтажа, его соответствие принципиальной схеме. Только убедившись, что все соединения сделаны правильно, можно включать источники питания и приступать к налаживанию миноискателя.

Обычно при исправных деталях и правильном монтаже миноискатель начинает работать сразу. Если же генераторы не работают, нужно отсоединить второй генератор от смесителя, а в коллекторную цепь транзистора первого генератора включить миллиамперметр (рис. 11).

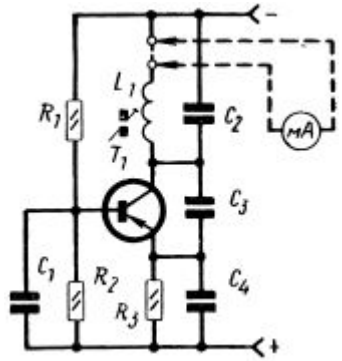

Рис. 11. Схема включении миллиамперметра при настройке миноискателя.

Тогда, если замкнуть накоротко катушку *L1* или конденсатор *C3*, коллекторный ток должен резко возрасти.

Заставить работать генератор можно изменением величин сопротивления резистора *R1* и емкости конденсатора *C3*.

Налаживание второго генератора производится точно так же.

Если оба генератора работают и их частоты немного отличаются одна от другой, то в наушниках будет слышен слабый звук высокого тона. При приближении катушки *L2* к какому-либо металлическому ферромагнитному предмету высота тона должна заметно снижаться.

Подстройку частоты второго генератора в небольших

пределах можно производить с помощью конденсатора *C11*. Если оба генератора настроить на одну частоту, то при отсутствии «мины» звука в наушниках не будет слышно вовсе. При приближении катушки *L2* к «мине» в наушниках появится звук, тон которого будет становиться тем выше, чем ближе к «мине» будет находиться катушка.

Закончив изготовление миноискателя и испробовав его на учебных «минах», можно приступить к разминированию. Если вы не участвуете в военизированном походе или игре «Зарница», то можно организовать игру «Найди „мину“».

«Найди „мину“» — игра коллективная, ее можно проводить как в помещении, так и на открытой местности. Для игры нужно составить две команды и выбрать жюри.

Число участников в каждой команде должно быть не более 3–5 человек. В зависимости от наличия миноискателей поиск ведут либо сразу все члены команды, либо по одному человеку от каждой команды. В первом случае каждый участник находит неограниченное число «мин», во втором общее число «мин» должно быть равно числу членов команды и каждый участник игры находит только одну «мину». Выигрывает та команда, которая быстрее «разминирует» отведенный участок на местности или в помещении.

Перед началом игры скрытно от участников члены жюри устанавливают и маскируют «мины». В помещении допускается «минировать» не только полы, но и стены, мебель и другие предметы. Необходимо только учитывать, что нельзя «мины» ставить на батареи центрального отопления, листы железа, дверные петли, ручки и другие металлические предметы. Как уже было сказано, в качестве «мин», устанавливаемых в помещении, могут быть использованы крышки от консервных банок, обрезки листов кровельного железа и другие металлические пластины, которые очень удобно маскировать тонким ковром, листом бумаги, обоями или линолеумом. Тщательность маскировки целиком зависит от изобретательности членов жюри.

Более интересной и наглядной будет игра «Найди „мину“» на открытой местности. Участок местности размером 20х20 *м* размечают колышками с бечевкой — это «минное» поле, на котором маскируют соответствующее число «мин». Весь участок делят пополам, определяя место поиска для каждой команды. Зарывать «мины» глубже 10 см не рекомендуется, так как это сильно затруднит поиск.

Команды выходят на старт из какого-либо укрытия, где участники игры находились во время установки и маскировки «мин». Если каждый участник имеет индивидуальный

миноискатель, поиск начинают обе команды в полном составе. Нашедший «мину» выходит из игры на старт, а судьи фиксируют время, затраченное на поиск каждым участником. Побеждает та команда, суммарное время поиска у которой будет меньше.

При большом числе желающих принять участие в этой игре можно набрать три-четыре команды, которые будут вести поиск одновременно на нескольких одинаковых по площади «заминированных» участках.

Правилами игры можно предусмотреть и другие варианты использования миноискателей и иной порядок нахождения «мин».

Бесшумный пистолет

Научиться метко стрелять из винтовки и пистолета. Кто из вас не мечтает об этом? Вспомните, с каким восхищением вы смотрели кинофильмы или читали о наших славных снайперах или о стрелках-спортсменах, без промаха поражающих цель.

Для достижения хороших результатов в любом деле нужна упорная и длительная тренировка. В стрелковом деле — особенно. Воспользоваться услугами тиров для развития навыков хорошего стрелка не всегда возможно. Поэтому рекомендуем вам самим изготовить себе электронные пистолет или винтовку, из которых можно поразить любую мишень. Наше оружие совершенно безопасно, потому что вместо пули оно стреляет лучом света. Это, конечно, не лазер и даже не гиперболоид инженера Гарина, с помощью которого можно прожигать отверстия в самой толстой броне из металла.

Чтобы изготовить наше оружие и оборудовать им стрелковый тир, надо иметь небольшой набор радиодеталей, лампочку и батарею от карманного фонаря и двояковыпуклую линзу. Стрельба из такого оружия, кстати сказать бесшумного, не менее увлекательна, интересна и полезна, чем из настоящего. Научившись пользоваться электронным оружием и без промаха

поражать из него мишень, впоследствии вы сможете значительно успешнее овладеть настоящими пистолетом и винтовкой.

При спортивной стрельбе из обычной винтовки или пистолета запас патронов всегда ограничен. На тренировочных стрельбах обычно выдают по пять — десять патронов, а на соревнованиях и того меньше. Из электронного оружия можно стрелять столько, сколько хотите.

Для стрельбы из электронного оружия не нужно специального тира. Электронный тир можно оборудовать в любом помещении, даже в классе или обычной жилой комнате.

Электронный тир состоит из двух частей: оружия и мишени. Оружие (пистолет или винтовка) устроено значительно проще, чем мишень. Однако не следует пугаться трудностей, могущих встретиться при изготовлении электронного тира. Конструкция его несложна, и его могут изготовить даже не очень опытные радиолюбители.

Электронный пистолет стреляет импульсами света, поэтому прежде всего для пистолета необходим источник света. Таким источником для электронного оружия ближнего действия (3—10 *м*) может служить лампочка от карманного фонаря, рассчитанная на напряжение 2,5 *в* и ток 0,20 или 0,075 *а*. Важно, чтобы нить накала лампочки была тонкая. Это может значительно повысить точность оценки результатов попадания: тонкая нить скорее нагревается и остывает и вспышка света становится короче. Иными словами, нить накала лампочки должна иметь как можно меньшую тепловую инерцию.

Для питания нити накала лампочки нужна гальваническая батарея или простейший выпрямитель, если питать электронный пистолет от осветительной сети. Чтобы получить очень короткий импульс света, питание лампочки, ее включение на время выстрела, необходимо производить очень маленькими порциями электроэнергии. Подключать лампочку прямо к источнику питания, как в обычном карманном фонаре, нельзя. Даже при кратковременном замыкании контактов выключателя вспышка света будет слишком длительной. Кроме того, во время соревнований участники будут находиться в неравных условиях: один нажмет на кнопку выключателя и удержит замкнутыми контакты выключателя дольше, чем другой. Необходимо какое-то устройство, точно отмеряющее время импульса, причем очень короткое.

Очевидно, что длительность импульса света будет тем больше, чем больше электроэнергии будет подано на лампочку. Мерой электроэнергии может служить электрическая емкость — конденсатор. Электрическая емкость конденсатора постоянна, и

при неизменном напряжении источника питания один и тот же конденсатор запасет (накопит) строго определенное количество энергии. Выбрав соответствующую емкость накопительного конденсатора, мы сможем определить то количество электроэнергии, которое необходимо для очень короткой, но достаточно мощной вспышки света во время выстрела.

При нажатии на спусковой крючок связанные с ним контакты присоединяют заряженный конденсатор к лампочке, через которую он разряжается. Нить накала лампочки нагревается, и происходит кратковременная вспышка света. При отпущенном спусковом крючке другие контакты подключают конденсатор к источнику питания, и конденсатор в перерывах между выстрелами успевает полностью зарядиться.

Принципиальная схема электронного пистолета показана на рисунке 12.

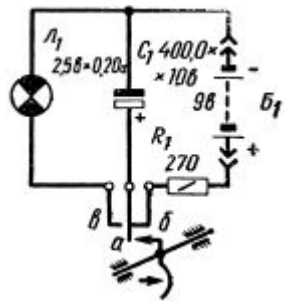

Рис. 12. Принципиальная схема электронного пистолета.

До нажатия на спусковой крючок контакт *а* замкнут с контактом *б* и образует цепь заряда конденсатора *С1* от батареи *Б1* через резистор *R1*, ограничивающий ток заряда. При нажатии на спусковой крючок контакт *а* переходит к контакту *в* от контакта *б*, образуя цепь разряда конденсатора *С1* через лампочку *Л1*. В этот момент происходит «выстрел».

Оформление электронного оружия — дело произвольное. Это может быть винтовка, охотничье ружье, пистолет. На рисунке 13 показан один из вариантов электронного пистолета, собранного внутри детской игрушки-револьвера, стреляющего пластиковой пробкой.

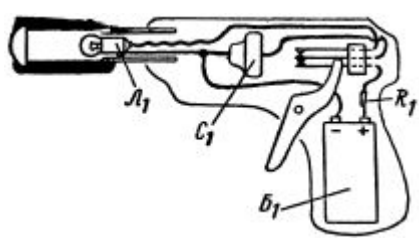

Рис. 13. Схематическое устройство пистолета.

На рисунках 14 и 15 показаны внешний вид пистолета и размещение деталей внутри него.

Рис. 14. Внешний вид пистолета.

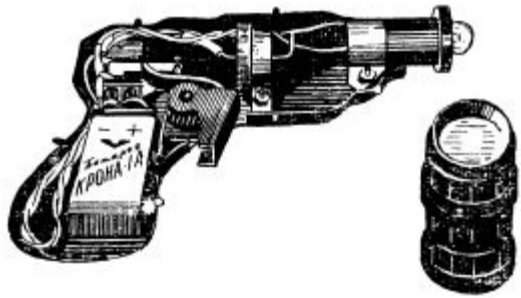

Рис. 15. Размещение деталей внутри пистолета и оптическая система.

Импульс света от лампочки *Л1* должен быть направлен в мишень тонким пучком, иначе попасть в нее будет очень легко. Фокусирующее устройство может состоять из одной или нескольких линз.

При рассмотрении схемы может возникнуть вопрос: почему не перегорает лампочка, рассчитанная на напряжение 2,5 *в*, при подключении к ней напряжения 9 *в*. Происходит это потому, что энергии, запасенной конденсатором, недостаточно для того, чтобы расплавить нить лампочки. Емкость конденсатора подобрана так, чтобы обеспечить яркую вспышку лампы, но не сжечь ее, хотя в момент самой вспышки лампочка горит с большим перекалом.

Детали пистолета можно изготовить и самостоятельно из дерева или металла. В рукоятке пистолета помещают батарею типа «Крона», которая применяется для питания карманных и переносных транзисторных приемников. Контактную систему можно изготовить из любых гибких, хорошо пружинящих металлических пластин. Очень удобно использовать контактные пластины от телефонных электромеханических реле. После установки контактов их следует отрегулировать, подогнув так,

чтобы при отжатом спусковом крючке была замкнута нижняя пара контактов *а* и *б*, а при нажатом — верхняя *а* и *в*, в это время контакты *а* и *б* должны быть разомкнуты.

Емкость конденсатора *С1* выбирают в пределах от 400 до 1000 *мкф* на рабочее напряжение 10–12 *в*. Чем больше емкость конденсатора, тем ярче вспышка лампы, и поэтому срок службы лампы меньше. При значительном расстоянии до мишени емкость конденсатора следует взять больше.

Если вы захотите изготовить пистолет, конденсатор должен быть малогабаритным, например типа ЭТО. Но его можно заменить любым другим электролитическим конденсатором, подходящим по емкости.

При замене конденсатора увеличатся размеры пистолета, и об этом нужно подумать при конструировании электронного оружия.

Устройство фокусирующей системы наиболее сложно во всей конструкции пистолета. Дело в том, что луч света должен образовать на мишени пятно диаметром не более 20 *мм*, то есть не должен превышать размеров трехкопеечной монеты. Достичь этого можно с помощью отражательной системы сигнального фонарика, в которую вместо защитного стекла вставляют двояковыпуклую линзу с фокусным расстоянием, равным расстоянию от лампочки до линзы.

При стрельбе из любого оружия задача стрелка заключается в том, чтобы поразить цель. В тренировочных стрельбах и стрелковых соревнованиях мишенями могут служить, например, силуэт животного или ряд концентрических кругов с черным «яблочком» в центре. Мишень может быть движущейся, падающей или неподвижной.

Для электронного тира можно изготовить любую мишень. Проще всего сделать мишень с одним «яблочком» в центре и небольшим белым полем, «молоком», вокруг. В центре мишени прорезают небольшое отверстие, в которое вставляют светочувствительный элемент — фоторезистор или фотоэлемент. Кругов на мишени делать не нужно, так как луч света, попавший в «молоко», не оставит на нем следа и мы не сможем увидеть пробоину, как при стрельбе настоящими пулями.

Электронный тир требует от стрелка высокой точности попадания, только в центр мишени (в «десятку» или в «яблочко», как говорят стрелки). Поэтому тот, кто научится попадать в мишень из электронного пистолета, при стрельбе из обычного огнестрельного оружия будет поражать только центр мишени и покажет отличные результаты.

Луч света при стрельбе из электронного пистолета, попадая в

центр мишени или в определенное место птицы или зверя, где установлен светочувствительный элемент, вызывает резкие изменения сопротивления этого элемента, заставляющие сработать исполнительное устройство мишени. Контакты исполнительного реле могут включить сигнальную лампу, или устройство, опрокидывающее мишень, или счетчик, подсчитывающий общее число попаданий. Блок-схема электронного устройства, поясняющая его принцип действия, изображена на рисунке 16.

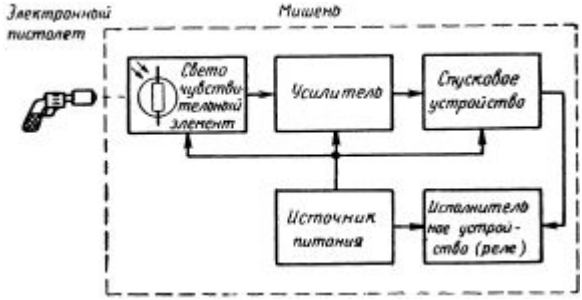

Рис. 16. Блок-схема электронного тира.

Как видно из блок-схемы, мишень электронного тира содержит несколько электронных блоков. Прежде всего это светочувствительный элемент, который включен на вход усилителя. Изменения сопротивления светочувствительного элемента под действием даже очень яркой вспышки света очень незначительны, и мы не можем включить исполнительный механизм сразу после светочувствительного элемента мишени. Импульс тока, возникающий в светочувствительном элементе при попадании на него света, нужно усилить.

Усиленный импульс тока имеет форму, зависящую от того, как будет подан световой импульс на светочувствительный элемент — фоторезистор. Каждый раз при «выстреле» мы не можем точно знать, весь ли импульс света попал на фоторезистор или только часть его. Поэтому на выходе усилителя будут импульсы тока разной формы и длительности. Включать на выход усилителя исполнительное устройство нельзя, потому что оно из-за разных импульсов будет работать нечетко. Иной раз луч света попадет на мишень, но рука дрогнет — и луч-пуля скользнет по мишени. Вы попали в цель, а исполнительное устройство не сработает, и попадание не будет отмечено. Могут быть и ложные срабатывания из-за посторонней засветки или просто от смены освещенности фоторезистора. Это может произойти тогда, когда вся электронная мишень была настроена в пасмурную погоду или вечером при искусственном освещении, а стрелять пришлось в солнечную погоду.

Чтобы исполнительное устройство работало четко и фиксировало только уверенные попадания световой пули на фоторезистор мишени, после усилителя стоит спусковое устройство. Оно срабатывает от разных импульсов (по форме и по длительности), создавая на выходе четкую команду — «попал» или «не попал». Эта команда в виде электрического тока подается на обмотку исполнительного устройства (электромеханического реле, счетчика и т. п.), которое непосредственно или через свои контакты вызывает срабатывание какого-то указателя попаданий (зажигает лампочку, опрокидывает мишень, поворачивает колесо счетчика и т. д.).

Предлагается два варианта электронной мишени — транзисторный и ламповый. Первый из них менее чувствителен и рассчитан на стрельбу с расстояния 3–5 *м*. Ламповый вариант мишени, имея более высокую чувствительность, позволяет увеличить дальность стрельбы до 10 *м*. Если есть желание еще больше увеличить расстояние до мишени, то нужно поэкспериментировать с усилителем мишени, добавив еще один каскад усиления, попробовать подобрать другой тип фоторезистора или поставить фотоэлемент.

Принцип построения обоих вариантов мишени одинаков, разница состоит лишь в том, что в первом из них усилитель и спусковое устройство собраны на транзисторах, а во втором — на радиолампах. Транзисторный вариант мишени удобно сделать переносным и питать от гальванических батарей или аккумуляторов. Такой переносный тир необременительно взять с собой даже в поход. Весит он немного, и во время отдыха можно организовать интересные стрелковые соревнования.

Однако питание транзисторного тира, если он используется в стационарных условиях, можно осуществить и от осветительной, сети через выпрямитель.

Принципиальная схема транзисторной мишени с питанием от батарей показана на рисунке 17.

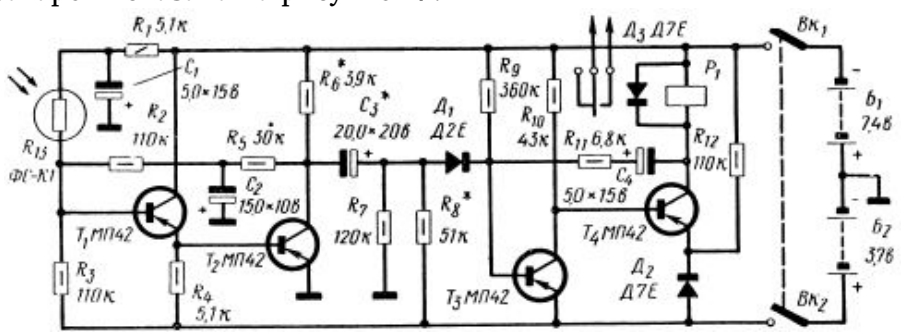

Рис. 17. Принципиальная схема транзисторного варианта мишени.

Луч света — «пуля», попадая на фоторезистор ФС-К1 (*R13*), вызывает резкое изменение его сопротивления. Это, в свою очередь, ведет к резкому изменению режима работы транзистора *Т1*, что равносильно тому, что на вход усилителя будет подан импульс тока. Задача усилителя состоит в том, чтобы усилить этот импульс. Первый каскад собран по схеме эмиттерного повторителя. Такая схема включения транзистора усиления не дает, и служит этот эмиттерный повторитель только для того, чтобы согласовать большое сопротивление фоторезистора с малым входным сопротивлением транзисторного усилителя. Если не ставить эмиттерный повторитель, а первый транзистор включить как обычный усилитель, общее усиление, даваемое двумя каскадами усиления на транзисторах *Т1* и *Т2*, будет меньше, чем при использовании комбинации из эмиттерного повторителя и одного каскада усилителя, собранного на транзисторе *Т2*.

Фоторезистор и резистор *R3* образуют делитель напряжения, с которого снимают напряжение смещения на базу транзистора *Т1*. Сопротивления этого делителя определяют режим работы транзистора по постоянному току. Нагрузкой эмиттерного повторителя служит резистор *R4*, включенный в эмиттерную цепь транзистора.

Если сравнить схему обычного усилителя на транзисторе с эмиттерным повторителем, то разница будет только в том, как включена нагрузка. В обычном усилителе нагрузка стоит в коллекторной цепи, а в эмиттерном повторителе — в эмиттерной. Это различие и определяет свойства усилителя.

Импульс напряжения, выделившись на резисторе *R4*, поступает на вход следующего каскада-усилителя, собранного на транзисторе *Т2*. Нагрузкой второго каскада служит резистор *R6*, с которого и снимают усиленный импульс. Режим второго каскада определяется резисторами *R2, R3* и *R5*. Эти резисторы включены так, что они в значительной степени определяют и режим эмиттерного повторителя. Выбор их величины определяет и усилительные свойства двух первых каскадов электронной мишени. Усиленный импульс через конденсатор *С3* поступает на полупроводниковый диод *Д1* и на делитель, состоящий из резисторов *R7* и *R8*. Сопротивления резисторов этого делителя выбирают такими, чтобы диод был заперт. Величина напряжения, запирающего диод в такой схеме, около 0,5 *в*. Это означает в данном случае, что все импульсы напряжением менее 0,5 *в* через диод не пройдут и исполнительное устройство не сработает. Такое включение диода необходимо для того, чтобы избежать

ложных срабатываний мишени от случайных помех, а также от неточных попаданий лучом света в мишень.

Если рабочий импульс больше 0,5 *в*, диод открывается и импульс проходит на базу транзистора спускового устройства. В описываемой мишени спусковое устройство собрано по схеме ждущего мультивибратора. Ждущим он назван потому, что до тех пор, пока на базу транзистора *Т3* не поступит импульс, транзистор *Т3* открыт. Вследствие падения напряжения на прямом сопротивлении диода *Д2*, создаваемого током, протекающим через резистор *R2*, напряжение на эмиттере транзистора *Т4* будет ниже (более отрицательно), чем напряжение на его базе, и этот транзистор будет закрыт. Поскольку нагрузкой транзистора *Т4* является обмотка исполнительного реле *Р1*, то при закрытом транзисторе ток через обмотку не пойдет, якорь реле не будет притянут и контакты реле останутся разомкнутыми. Так будет продолжаться до тех пор, пока меткий стрелок не попадет лучом света в мишень. Ждущий мультивибратор ждет импульса.

Как только луч света попадает на фоторезистор (вы поразили мишень), на входе эмиттерного повторителя появляется импульс тока (напряжения). После усиления этот импульс в положительной полярности попадает на базу транзистора *Т3*, и он закрывается. Напряжение на коллекторе транзистора *Т3* достигает напряжения питания, транзистор *Т4* открывается, и в обмотке реле *Р1* появляется ток. Реле срабатывает, включая сигнальное устройство, указывающее, что вы попали точно в центр мишени.

После этого через резисторы *R9* и *R11* и участок коллектор—эмиттер транзистора *Т4* начинает перезаряжаться конденсатор *С4*. Как только напряжение на базе транзистора *Т3* достигнет такой величины, что этот транзистор откроется, через него потечет ток. Напряжение на коллекторе *Т3*, а следовательно, и на базе *Т4* уменьшится настолько, что *Т4* закроется и все устройство перейдет в первоначальное состояние, то есть в режим ожидания. В этом положении ток через обмотку реле *Р1* прекратится и контакты реле разомкнутся.

При мгновенном переключении мультивибратора ток в обмотке реле *Р1* резко прекращается и возникают большие обратные токи, так называемые экстратоки. Такое явление наблюдается всегда, когда прерывается ток, идущий через индуктивность.

В опытах с электромагнитами на уроках физики, при изучении явлений индукции и самоиндукции, вы, наверное, заметили, что при размыкании контактов, включающих ток в

катушку, между ними проскакивает большая искра. Неосторожный экспериментатор, замыкающий цепь неизолированными проводами, даже при очень небольшом первичном источнике тока, например от батареи КБС-Л-0,50, ощущает довольно сильный удар током.

Для того чтобы экстратоки, возникающие в цепи реле *Р1* — транзистор *Т4*, не вывели последний из строя, так как напряжения, вызванные этими токами, превышают допустимые на участке коллектор — эмиттер, параллельно обмотке реле включают диод *Д3*. Через этот диод замыкаются экстратоки, и транзистор оказывается вне опасности.

Все устройство транзисторной мишени питается от трех батарей типа КБС-Л-0,50. Несколько необычное включение источников питания вызвано тем, что, если питать ждущий мультивибратор и усилитель от одной батареи (особенно если батареи не новые), все устройство работает нечетко и возможны либо ложные срабатывания, либо при попадании в мишень спусковое устройство не сработает вовсе.

Поэтому для четкой работы пришлось разделить источники питания. Спусковое устройство питается от всех трех батарей, включенных последовательно, а усилитель на *Т2* — только от двух из них (*Б1*). Разделение батарей выгодно еще и потому, что для питания усилителя вполне достаточно напряжения 6–7 *в*, а для четкой работы спускового устройства с электромеханическим реле или счетчиком напряжение желательно побольше — 8–9 *в*. Общий потребляемый ток транзисторной мишенью не превышает 7—10 *ма*.

Конструкция транзисторного варианта мишени может быть произвольной. На рисунках 18 и 19 показан один из вариантов размещения деталей мишени на монтажной плате (рис. 20).

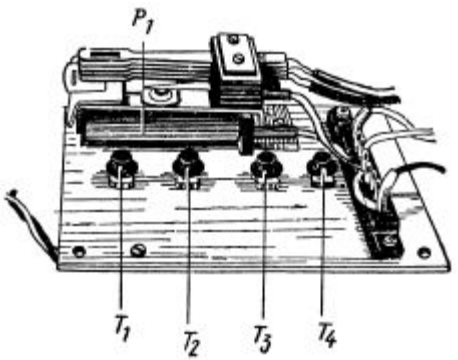

Рис. 18. Размещение деталей на плате транзисторной мишени.

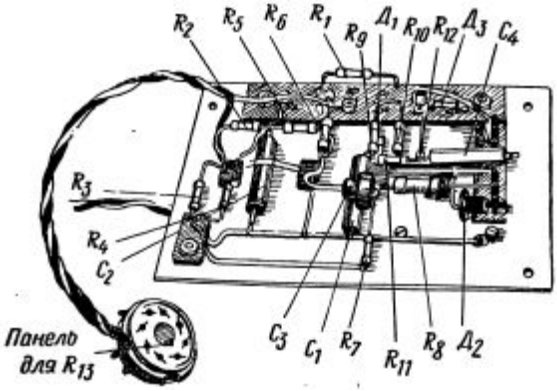

Рис. 19. Монтаж транзисторной мишени.

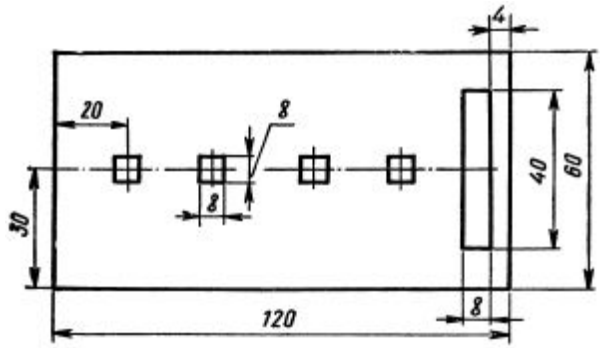

Рис. 20. Разметка монтажной платы.

В данном варианте монтажа основой платы служит пластина дюралюминия размерами 120х60 *мм*. Транзисторы установлены в специальные панели, провода питания и выходные цепи к исполнительному устройству прикреплены на пятиконтактной колодке. Резисторы, конденсаторы и диоды установлены с нижней стороны монтажной платы и припаяны к выводам панелек для транзисторов и монтажных планок со штырьками. Вместо дюралюминиевой платы можно использовать гетинаксовую или текстолитовую таких же размеров. В этом случае детали припаивают к контактным штырькам из медной луженой проволоки, забитым в отверстия, просверленные непосредственно в плате.

Детали для транзисторной мишени используют любые, лишь бы номиналы их соответствовали приведенным на принципиальной схеме. Если необходимо сделать мишень переносной, то нужно взять малогабаритные детали (резисторы типа УЛМ или МЛТ, конденсаторы типов ЭМ, ЭТО или К-50). Вместо диода Д2Е можно применить любой из серии Д2 или Д9, а вместо Д7Е можно использовать Д7 с любым буквенным индексом, а также Д226.

Транзисторы могут быть любые низкочастотные из серии МП39—МП42 или П13—П16. Важно только, чтобы статический коэффициент усиления по току $\beta_{ст}$ был у этих транзисторов не менее 30–40.

Напоминаем, что, прежде чем приступить к монтажу, необходимо проверить исправность деталей. После сборки следует убедиться в правильности всех соединений по монтажной и принципиальной схемам и только после этого включать питание.

Налаживание мишени сводится к такому подбору величин резисторов *R2*, *R3*, *R5*, *R7*, *R8*, *R11* и конденсаторов *C2*, *C3* и *C4*, чтобы при освещении фоторезистора карманным фонарем четко срабатывало исполнительное устройство. Налаживание нужно производить при обычном дневном или электрическом свете, стремясь к тому, чтобы на фоторезистор не попадал прямой свет от окна или электрической лампочки. Налаживание мишени— дело наиболее сложное.

Импульс света от лампочки, установленной в пистолете, очень мал, и поэтому из мишени нужно «выжать» все, что она может дать, то есть очень тщательно настроить все ее каскады. При налаживании может оказаться, что номиналы резисторов и конденсаторов будут отличаться от указанных на схеме в два-три раза. Этого не следует бояться, так как сопротивление фоторезистора ФС-К1 может отличаться от использованного в схеме, приведенной на рисунке 17, и коэффициент усиления транзисторов тоже может быть другим.

Транзисторную мишень можно питать от сети через выпрямитель, схема которого изображена на рисунке 21.

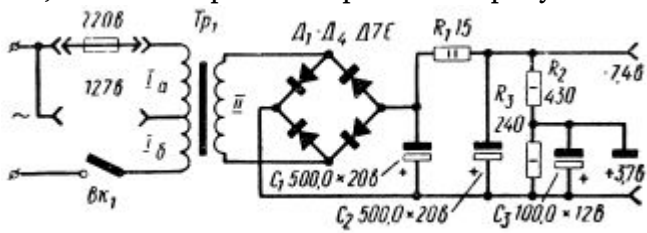

Рис. 21. Принципиальная схема выпрямителя для питания транзисторной мишени.

Более чувствительную мишень, позволяющую стрелять с расстояния до 10 *м*, следует собирать на радиолампах. Блок-схема такой мишени и принцип действия ее такие же, как у транзисторной. Тот же фоторезистор типа ФС-К1 является чувствительным элементом. Затем следует двухкаскадный усилитель и спусковое устройство (ждущий мультивибратор), в нагрузке которого установлено исполнительное реле или

электромеханический счетчик.

Принципиальная схема ламповой мишени изображена на рисунке 22.

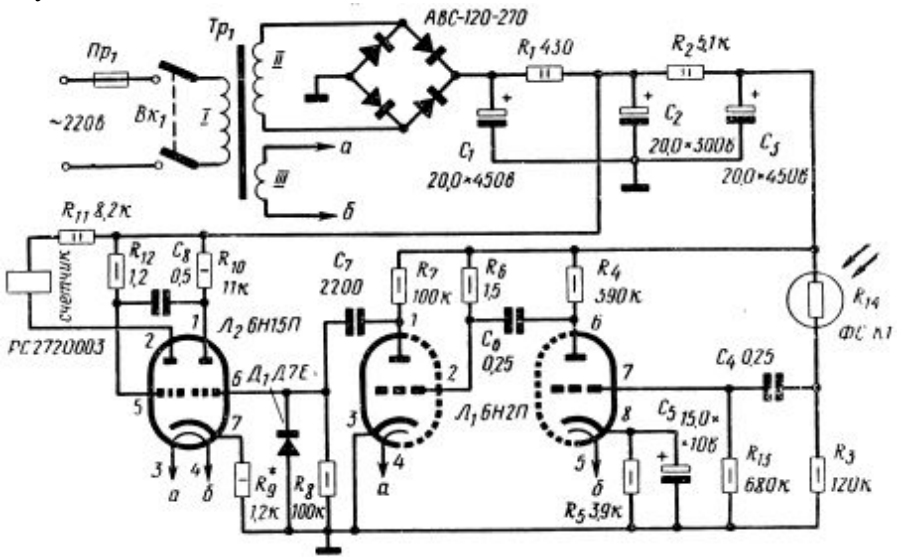

Рис. 22. Принципиальная схема ламповой мишени.

Положительный импульс напряжения, возникающий в момент попадания света на фоторезистор, выделяется на нагрузочном резисторе *R3* и через конденсатор *C4* попадает на управляющую сетку правой половины лампы *Л1*, работающей усилителем входного импульса. Анодной нагрузкой лампы служит резистор *R4*, с которого снимают усиленный импульс. В ламповой схеме мишени, в отличие от транзисторной, входной импульс можно подавать прямо на усилитель, не устанавливая согласующих каскадов. Это возможно потому, что входное сопротивление лампового каскада достаточно большое и первый каскад может работать в режиме усиления.

Второй каскад усиления собран на левой половине двойного триода *Л1*. Усиленный импульс поступает на вход второго каскада через конденсатор *C6*. Резистор *R5* и конденсатор *C5* образуют ячейку автоматического смещения на управляющей сетке правой половины лампы *Л1*. Анодный ток, проходя по резистору *R5*, создает на нем падение напряжения. Полярность этого напряжения такова, что на катоде лампы образуется положительный потенциал, а на заземленном конце резистора — отрицательный. Этот отрицательный потенциал попадает на сетку через резистор утечки *R3*. Импульс напряжения, возникающий на фоторезисторе, имеет сложную форму и содержит много переменных составляющих. Чтобы на управляющую сетку правой половины лампы не попадала переменная составляющая в

обратной полярности с приходящим импульсом и не создавалась таким образом отрицательная обратная связь, уменьшающая усиление каскада, установлен конденсатор *С5*. Через этот конденсатор переменная составляющая усиливаемого сигнала замыкается на общий провод, минуя резистор *R5*.

Второй каскад усиления собран на левой половине лампы Л1 по несколько необычной схеме. На управляющую сетку этой половины лампы подано через резистор *R6* положительное напряжение от общего источника анодного напряжения, и в катоде лампы отсутствует резистор автоматического смещения. Эта половина лампы благодаря такому включению работает при положительном смещении или, как говорят, в режиме сеточных токов. В таком режиме происходит максимальное усиление отрицательной части импульса и отсечка положительного выброса рабочего импульса.

Нагрузкой второго каскада усилителя служит резистор *R7*, с которого снимают положительный импульс. Такая перемена полярности объясняется следующим образом.

Когда на управляющей сетке лампы большое отрицательное напряжение, лампа заперта, на ее аноде наибольшее положительное напряжение, равное обычно напряжению источника анодного напряжения. Значит, при отрицательном напряжении на сетке напряжение на аноде положительно. Так бывает всегда. Когда напряжение на сетке становится положительным, лампа полностью открывается, через нее течет наибольший ток и все анодное напряжение падает на резисторе нагрузки. Перепад анодного напряжения будет иметь обратный знак по отношению к сеточному. В нашем случае отрицательный выброс рабочего импульса в анодной цепи станет положительным и к тому же усиленным.

Благодаря тому что в ламповом варианте мишени оба каскада работают в режиме усиления, а не один, как в транзисторном, чувствительность мишени выше. Это означает, что стрелять можно с большего расстояния.

Цепочка *С7R8* — дифференцирующая. Такая цепочка делает импульс остроконечным. Остатки отрицательного выброса срезаются диодом *Д1*. Этот диод включен так, что для положительной части импульса он представляет очень большое сопротивление, а для отрицательной — маленькое. Отрицательный выброс напряжения беспрепятственно замыкается на землю, а положительный задерживается диодом и поступает на управляющую сетку правой половины двойного триода *Л2*, работающего в спусковом устройстве.

Так же как и в транзисторном варианте, спусковое устройство

представляет собой ждущий мультивибратор. В режиме ожидания правый триод лампы *Л2* заперт отрицательным смещением, образующимся на резисторе *R9* от анодного тока левой, открытой половины этой лампы. Отрицательное смещение поступает на управляющую сетку правой половины лампы через резистор *R8*. Правая половина лампы *Л2* открыта, и через обмотку счетчика (или исполнительного реле) течет ток. В этом еще одно отличие лампового варианта мишени от транзисторного. Там, если вы помните, последний транзистор спускового устройства *Т4* в режиме ожидания был заперт и через обмотку реле ток не проходил. Такой способ включения более выгоден в транзисторном варианте потому, что меньше расходуется энергии источников питания. Реле потребляет значительный ток, и поэтому выгоднее включать его только в момент попадания в мишень.

Для лампового варианта расход тока не имеет большого значения в связи с тем, что питание этой мишени осуществляется от сети переменного тока, и в этом случае обычно не заботятся об экономии энергии. Потребление тока ламповой мишенью незначительно, и счетчик электроэнергии не будет даже реагировать на включение такой маленькой нагрузки. Основными потребителями энергии в ламповой мишени являются накал ламп и выпрямитель анодного напряжения. Энергия, потребляемая счетчиком или исполнительным реле, составляет примерно одну десятую часть от общей энергии, потребляемой всей мишенью. С этой «добавкой» можно не считаться.

Другое дело — транзисторный вариант, питаемый от батарей. В нем основным потребителем является обмотка реле, и поэтому расход батарей снижается в десятки раз при использовании схемы, приведенной на рисунке 17. Схема спускового устройства, примененная в ламповом варианте мишени, несмотря на незначительно больший расход электроэнергии, обеспечивает более четкую работу устройства.

При поступлении импульса на управляющую сетку правой половины лампы *Л2*, что происходит в момент поражения мишени, правый триод открывается. На аноде этого триода образуется отрицательный импульс напряжения, который через конденсатор *С8* поступает на управляющую сетку левого триода *Л2*. Этот триод запирается, ток через обмотку счетчика или реле прекращается. По окончании импульса правый триод снова закрывается, а левый открывается и все возвращается в первоначальный режим ожидания. В момент обратного переброса ждущего мультивибратора срабатывает исполнительное устройство, фиксирующее попадание в мишень.

Резистор *R11* ограничивает ток через обмотку счетчика до 10 *ма*. Если использовать другой счетчик или реле, обмотка которого имеет сопротивление больше 8 *ком*, то этот резистор можно не ставить.

Через резистор *R12* на сетку левого триода подается положительное напряжение от общего выпрямителя для того, чтобы этот триод в режиме ожидания был все время открыт.

Как уже говорилось, питание лампового варианта электронной мишени производится от сети переменного тока. Подавать на электроды ламп сетевое напряжение непосредственно нельзя. В сети напряжение переменное, а для питания анодов требуется постоянное напряжение. Следовательно, нужен выпрямитель. Напряжение осветительной сети бывает либо 127 *в*, либо 220 *в*, а напряжение питания накала ламп обычно равно 6,3 *в*. Необходим поэтому трансформатор, понижающий это напряжение. Как видно из схемы (рис. 22), источник питания состоит из силового трансформатора *Тр1*, имеющего три обмотки: сетевую (*I*), повышающую (*II*), ее еще называют анодной, и накальную (*III*). Выпрямляют переменное напряжение, снимаемое с обмотки *II* селеновым мостовым выпрямителем АВС-120-270. Полученное после выпрямления напряжение нельзя сразу подавать на аноды ламп, так как оно содержит, кроме постоянной составляющей, еще и переменную. Для фильтрации переменной составляющей служит резистивно-емкостный фильтр, состоящий из резисторов *R1* и *R2* и конденсаторов *C1, C2* и *C3*.

Спусковое устройство не нуждается в хорошей фильтрации, но требует более высоких постоянных напряжений, поэтому напряжение для него снимают после первой ячейки фильтра. На усилитель необходимо подавать напряжение питания, отфильтрованное значительно лучше, поэтому пришлось ставить еще одну ячейку фильтра и только после нее подавать напряжение на аноды ламп усилителя.

Внешний вид лампового варианта электронной мишени изображен на рисунке 23, а монтаж — на рисунке 24.

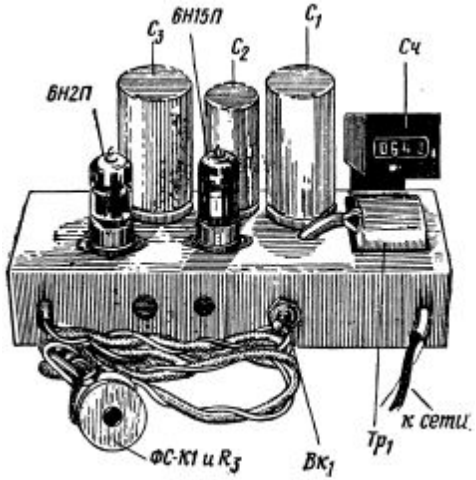

Рис. 23. Размещение деталей на шасси мишени.

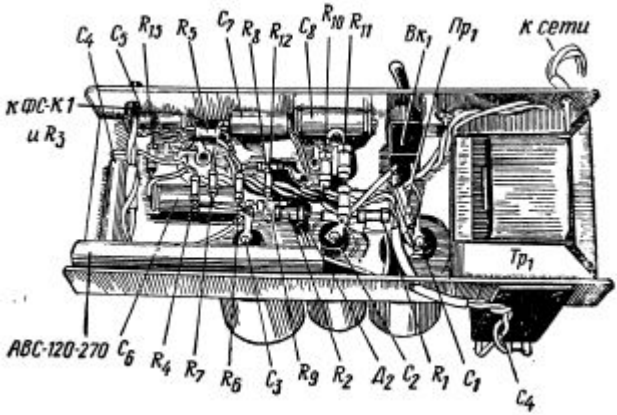

Рис. 24. Монтаж ламповой мишени.

Из этих рисунков нетрудно понять, что все детали мишени, кроме фоторезистора и резистора *R3*, собирают и устанавливают на дюралюминиевом П-образном шасси. Можно использовать для шасси и листовое железо, но его труднее обрабатывать. Дюралюминий обладает достаточной прочностью, а сверлить в нем отверстия, изгибать его значительно легче, чем железо. Размеры заготовки шасси приведены на рисунке 25.

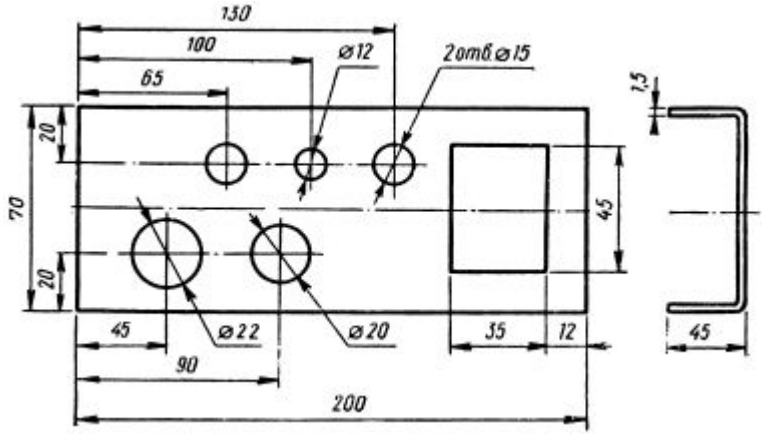

Рис. 25. Разметка шасси ламповой мишени.

Детали для ламповой мишени можно использовать любые. Резисторы типа ВС или МКТ. Конденсаторы постоянной емкости типа МБГО или КСО. Электролитические конденсаторы ЭМ, ЭТО или К-53 (*С5*) КЭ и К50-3 в фильтре питания.

Трансформатор *Тр1* можно использовать готовый от сетевого вещательного приемника типа «Рекорд» любой марки, кроме первого выпуска, в котором нет силового трансформатора.

Трансформатор можно изготовить и самим. Для этого необходим сердечник, набранный из Ш-образных пластин обычной трансформаторной стали. Ширина средней пластины должна быть 20 *мм*. Толщина набора 37 *мм*. Обмотка *I*, рассчитанная на включение в сеть с напряжением 220 *в*, должна содержать 1200 витков провода ПЭЛ 0,25. Если трансформатор предназначен для работы от сети с напряжением 127 *в*, первичная обмотка будет иметь в два раза меньше витков. Если предполагается использовать мишень при том и другом напряжении в сети, следует сделать отвод от 650-го витка. Тогда при напряжении в сети 220 *в* включается вся обмотка, а при 127 *в* — только часть ее, содержащая 650 витков. Анодная обмотка *II* намотана проводом ПЭЛ 0,15 и содержит 1200 витков, накальная обмотка имеет 42 витка, выполненных проводом ПЭЛ 1,0.

После того как будет закончен монтаж ламповой мишени, следует прежде всего убедиться, что все соединения сделаны правильно. Затем, не вставляя лампы в ламповые панели, включите питание и проверьте напряжение на лепестках ламповых панелей. На анодных лепестках должно быть 270–250 *в* постоянного напряжения, на накальных — 6,5 *в*. Проверку следует производить тестером типа ТТ-1, Ц-20 и т. п.

Если на лепестках ламповых панелек есть напряжение питания, выключите общим выключателем *Вк1* сетевое

напряжение, вставьте лампы и снова, включив напряжение, проверьте наличие напряжения на соответствующих электродах лампы.

Измерения нужно производить спустя 2–3 *мин* после включения питания. Это время необходимо для того, чтобы катоды ламп успели нагреться до рабочей температуры.

Если монтаж сделан правильно, то напряжения питания будут несколько другими. Накальное напряжение понизится немного и будет равно 6,3 *в*. На анодах лампы *Л1* вы заметите резкое уменьшение постоянного напряжения. Оно будет около 100 *в*. То же самое произойдет на аноде левой половины лампы *Л2*, где напряжение снизится до 130 *в*. Полное анодное напряжение (около 270 *в*) останется только на аноде правой половины лампы *Л2*.

Объяснить такое изменение напряжения можно очень просто. При включении питания оба триода лампы *Л1* и левая половина лампы *Л2* открыты. Это означает, что через них течет анодный ток. В анодных цепях стоят большие сопротивления, на которых при прохождении анодного тока создается падение напряжения. Это напряжение вычитается из общего напряжения питания, и на анодах оно становится меньше.

Правая половина лампы *Л2* закрыта, анодного тока нет, нет и падения напряжения на резисторе *R10*, и поэтому все напряжение питания будет на аноде лампы. Небольшое уменьшение напряжения накала объясняется падением напряжения на сопротивлении накальной обмотки.

При нормальных напряжениях питания усилитель налаживания не требует и начинает работать нормально сразу после включения питания. При нечеткой работе спускового устройства прежде всего следует добиться, чтобы правая половина лампы *Л2* была закрыта, а левая — открыта. Этого достигают изменением величины сопротивления резистора *R9*. Как правило, это сопротивление нужно увеличить.

Возможно, потребуется подобрать и величину сопротивления резистора *R11*, что бывает необходимо, когда используют вместо указанного на схеме электромеханического счетчика реле или счетчик другого типа.

Иногда не удается избавиться от влияния постороннего освещения. В темноте мишень срабатывает хорошо, а при освещении даже неярким светом мишень не реагирует на самые точные попадания. Избежать этого можно, затемнив фоторезистор с помощью круглого тубуса.

Можно несколько повысить чувствительность мишени, установив в тубусе двояковыпуклую линзу. Расстояние от линзы

до фоторезистора зависит от фокусного расстояния линзы. Это расстояние легко найти.

Зажгите настольную лампу и направьте свет от нее через линзу на чистый лист бумаги. Изменяйте расстояние между линзой и бумагой до тех пор, пока на листе бумаги не появится четкое изображение нити накала лампочки или рисунка абажура. Это расстояние и будет фокусным. Фоторезистор нужно поместить на таком же расстоянии от линзы, которую очень удобно закрепить в тубусе.

Изготовив электронный пистолет или винтовку и мишень, попробуйте организовать стрелковые соревнования на первенство класса и школы. Стоит только показать в действии совершенно новое электронное оружие, как появится очень много желающих попробовать свои силы в этом увлекательном деле. А многие из тех, кто хоть раз попадет в мишень, захотят изготовить свой электронный тир.

Экономьте электроэнергию!

В любом походе, особенно военизированном, необходим карманный фонарь. С его помощью можно ночью найти тропинку, рассмотреть карту, подать сигнал тревоги или сообщить важные сведения на расстоянии в несколько километров. А при устройстве ночлега, когда свет от костра уже померк, в палатке темно, и, как назло, куда-то запропастились самые необходимые вещи, и рюкзак должен быть уложен с вечера, без карманного фонаря вам не обойтись.

Всем хорош ваш фонарик, но есть у него один существенный недостаток. Энергия, запасенная в электрической батарейке, расходуется фонарем очень расточительно. Почти 95 % электроэнергии батарейки переходит в тепло, и только 5 % ее превращается в свет.

Повысить к.п.д. карманного фонаря, казалось бы, нельзя. Но попробуем призвать на помощь радиоэлектронику.

Прежде чем это сделать, вспомним, что часто, стремясь сэкономить расход электроэнергии от батареи, мы включаем электрический фонарь на короткое время, периодически нажимая на кнопку выключателя. Яркие, особенно в темноте, вспышки света ослепляют и не позволяют в промежутках между ними хорошо видеть окружающие предметы.

Если включать и выключать фонарь очень часто, то устает рука и обгорают контакты выключателя. Нажимать на кнопку очень часто — раз десять в секунду — мы просто не сможем.

Вот тут-то и потребуется электронный переключатель, способный переключать фонарь и 10 и 20 раз в секунду. Вспышки света, каждая очень короткая, сливаются в одну, и мы даже не замечаем, что фонарь периодически гаснет и зажигается.

Нагретая нить лампочки не успевает остыть и потерять яркость даже за одну десятую долю секунды. Таким образом, если 10 раз в секунду включать и выключать лампочку карманного фонаря, свет от него будет идти непрерывно (так нам будет казаться), а лампочка будет включена не все время. Отсюда становится понятным, что и энергии батарейки хватит на большее время. Срок службы каждой батарейки можно увеличить раза в два-три, а то и больше, если использовать электронный переключатель.

На рисунке 26 изображена принципиальная схема переключателя для карманного фонаря.

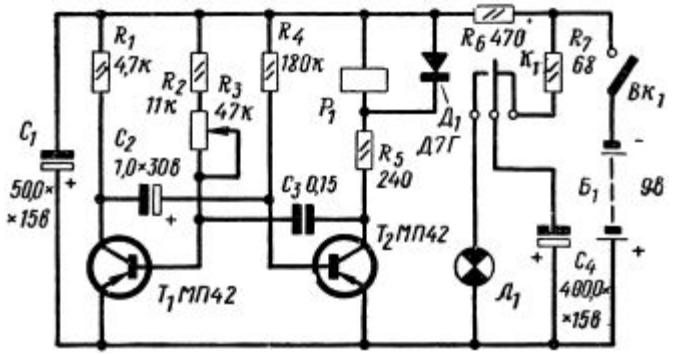

Рис. 26. Принципиальная схема электронного переключателя для карманного фонаря.

Здесь использована широко распространенная в радиотехнических устройствах схема мультивибратора. Мультивибратор — это генератор электрических колебаний. В отличие от других генераторов он генерирует колебания не одной, а множества частот. Отсюда он и получил свое название: multum — много, vibro — колеблю. Из этих латинских слов получилось слово «мультивибратор».

Если электрические колебания, создаваемые мультивибратором, представить в виде графиков, мы получим картину, изображенную на рисунке 27.

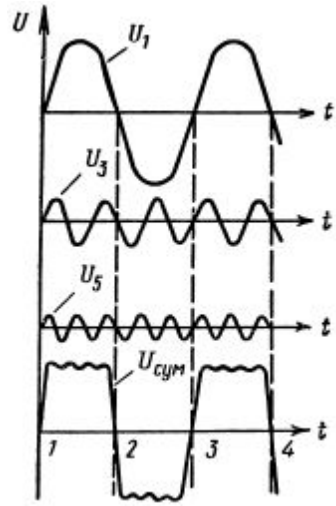

Рис. 27. Графическое изображение работы мультивибратора.

Каждая из генерируемых частот называется гармоникой. Напряжение первой гармоники, как правило, имеет наибольшую величину. От мультивибратора получают суммарные колебания, показанные на самой нижней кривой. Эти колебания напоминают букву «П», и поэтому их называют П-образными.

Если внимательно посмотреть на схему мультивибратора, то можно заметить, что это два обычных усилителя низкой частоты, выходы которых подключены на входы.

Усиленное напряжение случайных колебаний подается снова на вход усилителя, усиливается еще больше и снова поступает с выхода на вход и т. д. Так будет продолжаться до тех пор, пока не наступит устойчивый режим генерирования и наш усилитель превратится в генератор. В данном случае это будет мультивибратор.

Частота и форма колебаний, развиваемых мультивибратором, зависят от емкости конденсаторов *C2* и *C3* и сопротивлений резисторов *R2, R3* и *R4*. Если емкость конденсаторов *C2* и *C3* будет одинаковой, а сумма сопротивлений *R2 + R3* будет равна сопротивлению *R4*, положительные и отрицательные полуволны генерируехмых колебаний будут одинаковы. Такой мультивибратор называют симметричным. На нижней кривой в этом случае расстояния между точками 1–2 и 2–3 будут равны. Если емкости конденсаторов будут неравны, симметрия положительных и отрицательных полуволн нарушится и мультивибратор станет несимметричным.

Как же работает такой электронный переключатель?

При замыкании контактов выключателя *Вк1* на мультивибратор подается напряжение питания, и он начинает

генерировать П-образные импульсы. Емкости конденсаторов *С2* и *С3* неодинаковы, и положительные импульсы будут по длительности не равны отрицательным. Нагрузкой одного из транзисторов мультивибратора служит обмотка реле, которое отрегулировано с преобладанием: при отсутствии тока в транзисторе и обмотке реле якорь будет находиться у одного из контактов. Это произойдет тогда, когда транзистор *Т2* закрыт. При прохождении импульса через этот транзистор и обмотку реле якорь перебросится к противоположному контакту. После того как транзистор закроется, якорь вернется в прежнее положение.

В то время, когда якорь реле находится, допустим, у правого контакта, конденсатор *С4* зарядится почти до напряжения батареи. Цепь заряда — минусовый вывод батареи, замкнутые контакты *Вк1*, резистор *R7*, минусовая обкладка конденсатора *С4*, плюсовая обкладка этого же конденсатора и второй полюс батареи. Резистор *R7* служит для того, чтобы немного ограничить начальный ток заряда и предотвратить искрение при переключении контактов.

Как только якорь реле перебросится в левое по схеме положение и замкнет левый контакт *Л*, конденсатор начнет разряжаться на электрическую лампочку *Л1*. Запаса энергии, которую накопил конденсатор, достаточно, чтобы лампочка вспыхнула. Реле перебрасывает якорь с частотой генератора, переключая лампочку фонаря при указанных на схеме деталях примерно 10 раз в секунду. Причем время горения лампочки будет в несколько раз меньше, чем паузы, во время которых происходит зарядка конденсатора *С4*. Энергия батареи расходуется очень экономно.

Включать такой фонарь без электронного переключателя нельзя, так как для четкой работы необходимо напряжение батареи порядка 9 *в*, а лампочку нужно взять на напряжение 2,5–3,5 *в*. Частоту вспышек можно уменьшить с помощью переменного резистора *R3*, сделав видимым мигание лампочки.

Конструктивно электронный переключатель может быть выполнен по-разному в зависимости от типа используемого фонаря. Детали переключателя лучше взять малогабаритные, тогда он легко поместится в корпусе фонаря. Можно собрать его и в отдельной упаковке — небольшой пластмассовой или металлической коробочке, которую конструктивно объединить с фонарем.

Налаживание переключателя сводится к подбору величин емкостей конденсаторов *С2* и *С3*. В качестве реле использовано электромеханическое реле типа РЭС-10, паспорт РС 4 524 308.

Транзисторы используются любые низкочастотные. Батареи

питания в данной конструкции фонаря — аккумуляторы 7Д-0,1. Можно применить батарею «Крона» или две КБС, включенные последовательно. В этом случае фонарь получится громоздким, зато одного комплекта питания хватит на весь поход.

Конденсаторы *С1, С2* и *С4* могут быть типа К-50, ЭМ и ЭТО, резисторы — типа МЛТ или УЛМ. Диод *Д1*, служащий для уменьшения экстратоков при резком переключении тока в обмотках реле, можно взять типа Д7 с любым буквенным индексом или Д226.

Электродный переключатель можно собрать по схеме, приведенной на рисунке 28.

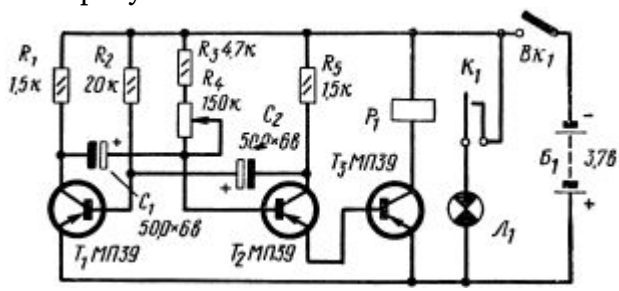

Рис. 28. Принципиальная схема электронного переключателя 3,7 в.

Это тоже несимметричный мультивибратор, который переключает контакты реле. В связи с тем, что здесь переключается непосредственно батарея, а не накопительный конденсатор, и напряжение батареи питания всего 3,7 *в*, а не 9 *в*, реле не будет четко срабатывать от прямоугольных импульсов, поступающих от мультивибратора. Их нужно усилить. Для этой цели в схеме установлен еще один транзистор — *Т3*. Он работает усилителем мощности. Реле здесь использовано такое же, как и в предыдущей схеме.

Некоторые реле этого типа при установке в переключатель работают не очень четко. Ток, даже усиленный транзистором *Т3*, оказывается мал. В этом случае надо отогнуть контактные пружины реле и тем самым ослабить давление пружин на якорь реле.

Назначение остальных деталей в переключателе точно такое же, как и в предыдущем. Транзисторы могут быть любыми низкочастотными из серии МП40—МП42, резисторы типа МЛТ 0,25 или УЛМ. Переменный резистор — типа СПО или любой другой.

Конструкция переключателя тоже произвольная и зависит от размеров корпуса карманного фонаря.

Для примера на рисунке 29 показано размещение деталей на

небольшой плате из любого изоляционного материала (текстолит, оргстекло) толщиной 0,5–1,5 *мм*.

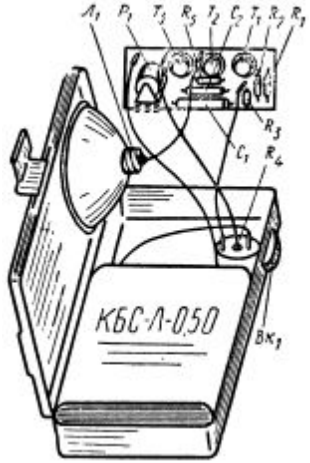

Рис. 29. Фонарь с батареей 3,7 в.

Размеры платы рассчитаны на фонарь в прямоугольном металлическом корпусе. Поместить ее с деталями в корпус фонаря довольно трудно. Прежде всего необходимо удалить пружинящие контакты, к которым присоединяется батарея. На передней стенке фонаря надо просверлить отверстие для ручки переменного резистора. Резистор укрепляют на передней стенке гайкой. Корпус фонаря в том месте, куда вставляется монтажная плата, нужно оклеить тонким картоном или гетинаксом, чтобы монтажные соединения платы не замкнулись между собой через металлические стенки футляра.

Собрав схему переключателя (первого или второго), не вставляйте ее в корпус фонаря и не включайте питание. Сначала тщательно проверьте правильность соединений. Не перепутаны ли детали при монтаже, не замкнуты ли между собой монтажные провода, не затекло ли при пайке олово, которое может образовать ненужные и даже опасные соединения в монтажной схеме. Только убедившись, что все сделано точно в соответствии с принципиальной схемой, включайте батарейку. Реле начнет работать сразу же, если все соединения правильны.

Меняя величину сопротивления переменного резистора, вы заметите, что изменяется и частота вспышек. Окончательную регулировку частоты вспышек нужно производить в темноте. Вращайте ручку регулятора до тех пор, пока частота вспышек станет малозаметной. В этом положении следует оставить переменный резистор, так как фонарь будет потреблять наименьшее количество энергии от батареи, а светит так, как будто лампочка горит непрерывно.

Рис. 30. Фонарь с батареей 9 в.

На рисунке 30 показано размещение деталей электронного переключателя в круглом корпусе карманного фонаря.

Радиокомпас и шагомер

Компас — необходимая принадлежность любого похода. Мы знаем, как ходить по азимуту, как пользоваться картой и ориентироваться по солнцу и звездам.

Но представьте себе, что компас разбит в жарком бою с «противником», а тяжелые серые тучи не дают возможности хоть на минуту увидеть солнце или звезды. Да еще если мы блуждаем по лесу, где нет заметных ориентиров, а все деревья похожи одно на другое. Такой случай может быть не только в военизированном походе, но и во время самого обычного будничного похода за грибами. Есть еще одно средство для определения нужного нам направления — радиоволны.

Во всем мире работают тысячи вещательных и служебных радиостанций. Радиоволны несут на своих гребнях веселую музыку, различные сообщения и служебные телеграммы. Радиоволны распространяются вдоль земной поверхности, уходят в космос и затухают в толще Земли. В любое время суток, включив приемник, мы можем услышать десятки вещательных радиостанций. Может быть, правда, такой случай, когда ни одна радиоволна не проникнет в место приема. Это бывает на Дальнем Севере или Юге, близ полюсов Земли, во время магнитных бурь и ионосферных возмущений.

Но обычно, особенно в средних широтах, радиоволны близко расположенных радиостанций обнаружить не представляет труда даже простейшим самодельным приемником. Оказывается, можно не только обнаружить радиоволны, то есть услышать передачу местной радиостанции, но и определить направление, с которого они приходят, и узнать, в каком направлении от нас находится радиостанция. А раз мы знаем, в каком направлении находится радиостанция, то уже не заблудимся и сможем определить нужное направление.

Между прочим, так же определяют курс кораблей и самолетов. Радиомаяки специальной навигационной службы посылают свои сигналы, и штурман корабля или самолета без труда может определить направление на радиомаяк. Мы не будем пользоваться подобным радиомаяком потому, что не всегда сможем его услышать и отличить от других радиостанций. Для целей ориентировки и выбора нужного направления лучше использовать радиовещательную станцию, хорошо слышимую в данной местности.

Чтобы не ошибиться при определении направления, нужно до выхода в поход точно узнать направление на радиостанцию, иными словами, узнать, в какой стороне света от нас находится эта радиостанция и расписание ее работы. Последнее надо знать потому, что местные радиостанции работают не круглосуточно, а со значительными перерывами.

Расписание работы радиостанции можно узнать в местной дирекции радиовещания Министерства связи СССР или же прослушав работу радиостанции в течение одного дня на любом вещательном приемнике. Зная направление на радиостанцию, часы ее работы и имея самый простейший приемник с ферритовой или рамочной антенной, можно смело отправляться в незнакомые места, не имея компаса и карты.

Ферритовая или рамочная антенна позволит определить направление на радиостанцию: такие антенны обладают направленным действием.

Тот, кто пользовался малогабаритным транзисторным приемником с внутренней магнитной (ферритовой) антенной, наверное, заметил, что сила приема зависит от того, как повернуть приемник, а вместе с ним и антенну, находящуюся внутри корпуса приемника, по отношению к направлению на принимаемую радиостанцию.

Магнитная антенна состоит из цилиндрического или плоского стержня длиной 10–30 *см* из особого материала — феррита, на который намотана проволочная катушка входного контура приемника (рис. 31).

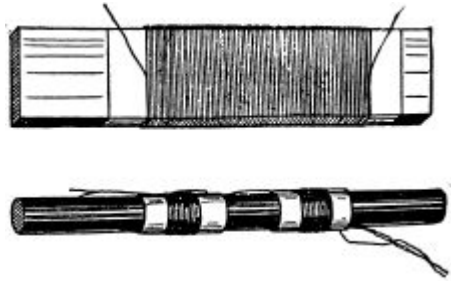

Рис. 31. Магнитная (ферритовая) антенна.

Рамочная антенна представляет собой проволочную, чаще квадратную, рамку со стороной 15–25 *см*. Рамка содержит 10–30 витков тонкого изолированного провода (рис. 32).

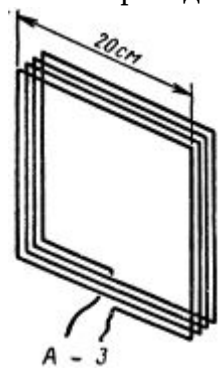

Рис. 32. Рамочная антенна (А — к антенне, З — к заземлению).

Направленные свойства таких антенн поясняются рисунками 33 и 34.

Рис. 33. Направленность ферритовой антенны.

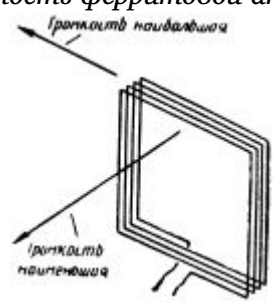

Рис. 34. Направленность рамочной антенны.

Задача наша состоит в том, чтобы из пункта *А* попасть в пункт *Б* (рис. 35).

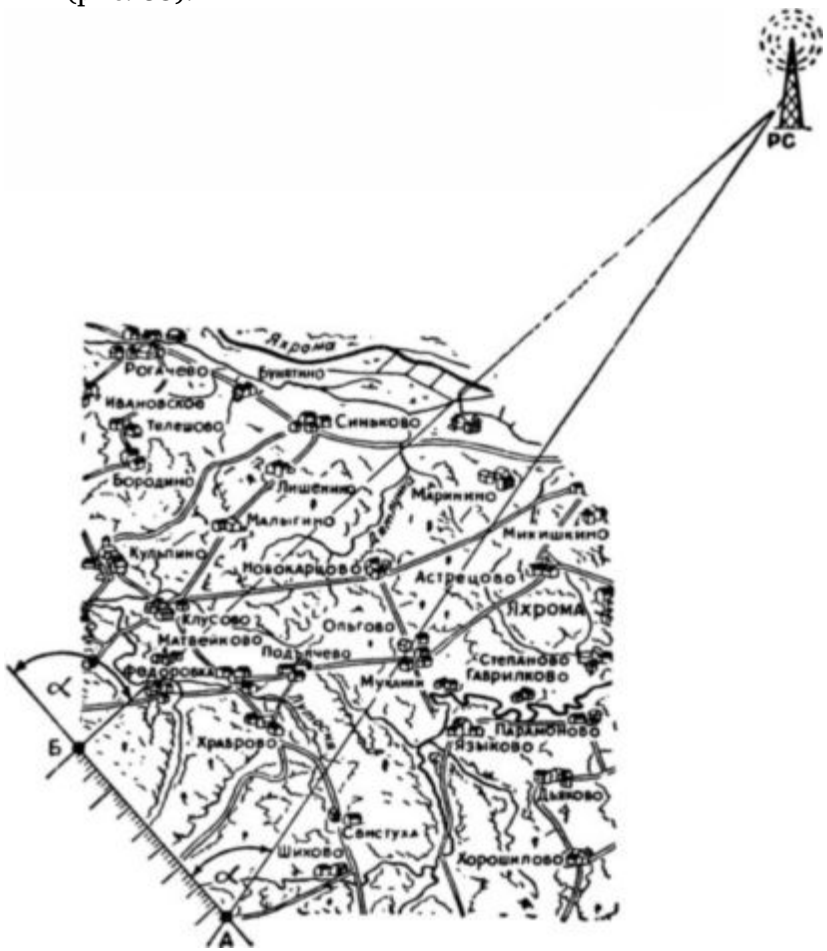

Рис. 35. Определение направления с помощью вещательной станции и приемника с ферритовой антенной.

Условия передвижения сложные. У нас нет ни карты, ни компаса, по солнцу ориентироваться нельзя. Есть только обычный транзисторный вещательный приемник со встроенной ферритовой антенной, работающий на средних и длинных волнах.

Не выходя из пункта *А*, выбираем одну из хорошо слышимых радиостанций, убедившись предварительно, что она работает без перерывов в течение времени, достаточного для перехода в пункт *Б*. Направление на пункт *Б* нам известно. На листе бумаги отмечаем направление на этот пункт произвольной прямой *АБ*. Не меняя положения листа, определяем направление на вещательную станцию и отмечаем угол а между направлением на

радиостанцию *РС* и направлением на пункт *Б*. Если считать, что радиостанция находится от нас на расстоянии большем, чем 10 расстояний от *А* до *Б*, то можно сказать, что в точке *Б* угол между направлением *БА* и направлением на радиостанцию будет равен этому же углу в точке *А* и любой другой точке на прямой *АБ*. Тогда при движении по прямой *АБ* мы можем проверить правильность нашего маршрута, измеряя с помощью приемника угол а через каждые 500—1000 *м*. Ошибка в измерениях будет тем меньше, чем точнее определен угол а и чем дальше от нас находится вещательная станция.

При измерениях угла а во время следования по маршруту нужно учитывать влияние местных предметов на распространение радиоволн. Нельзя, например, производить такие измерения в низинах, под телеграфными и электрическими проводами, около массивных железобетонных сооружений, где картина распространения радиоволн сильно меняется и мы можем допустить большую ошибку.

Следует учитывать и еще одно важное обстоятельство. Рамочная и ферритовая антенны двунаправленные. Это означает, что максимальная громкость будет наблюдаться тогда, когда любая из сторон рамки будет направлена в сторону радиостанции. То же самое будет и с ферритовой антенной — наибольшая громкость приема наблюдается в двух положениях ферритового стержня.

На рисунках 36, 37 показаны так называемые диаграммы направленности — графики, поясняющие направленное действие антенн.

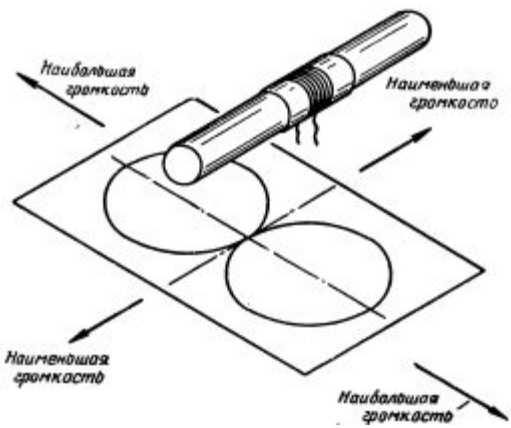

Рис. 36. Диаграмма направленности ферритовой антенны.

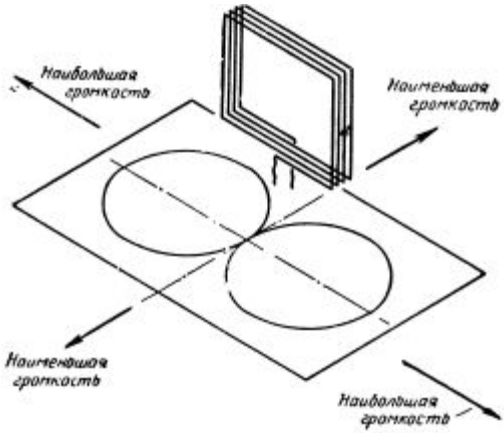

Рис. 37. Диаграмма направленности рамочной антенны.

По своей форме диаграмма напоминает цифру *8*.

Для того чтобы избавиться от этого неприятного явления, существует очень простой способ. На вход приемника вместе с ферритовой антенной включают штыревую. Штыревая антенна, как говорит само ее название, представляет собой штырь длиной 1,0–1,5 *м*. Для сложных приемников, способных принимать большое число радиостанций, штыревая антенна может быть даже короче. Изготовить штыревую антенну можно из латунного или медного прутка диаметром 4–5 *мм*. Можно использовать и телескопические антенны от карманных приемников или один «ус» от комнатной телевизионной антенны.

Диаграмма направленности штыревой антенны представляет собой окружность. Это означает, что на штыревую антенну прием происходит одинаково со всех направлений. Если на вход приемника включить сразу две антенны, входные сигналы, получаемые с этих антенн, будут складываться, сложатся и диаграммы направленности, и мы получим новую диаграмму, которая показана на рисунке 38.

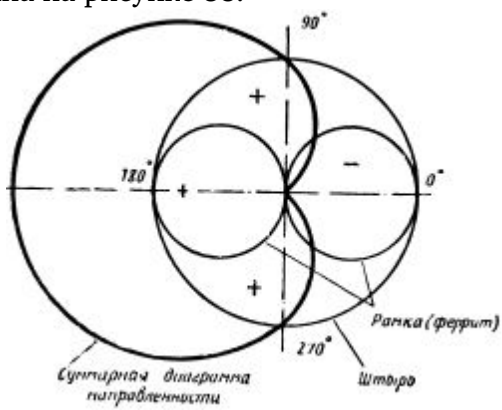

Рис. 38. Сложение диаграмм направленности рамки и штыря.

Эта фигура давным-давно кому-то напомнила очертания сердца, и поэтому ее назвали кардиоидой (от латинского слова «кардиа» — «сердце»). Такая диаграмма направленности значительно удобнее, чем восьмерка, так как мы уже не спутаем направление, откуда приходят радиоволны, потому что наибольшая громкость будет только при одном положении ферритовой или рамочной антенны. С противоположной стороны мы почти ничего слышать не будем. Удобство сочетания двух антенн состоит еще и в том, что мы можем легко избавиться от всех мешающих радиостанций, расположенных в противоположном от «рабочей» радиостанции направлении.

Можно дать еще один совет тем, кто будет пользоваться комбинацией из двух антенн. Дело в том, что, пользуясь двумя антеннами, определить точно направление на радиостанцию по наибольшей громкости довольно трудно. Это происходит потому, что достаточная громкость приема будет и в том случае, если мы повернем антенну на некоторый угол от точного направления на радиостанцию. У кардиоиды максимум выражен неярко. Но ведь нам все равно, как определять направление: на радиостанцию или от радиостанции, важно, чтобы мы смогли ориентироваться на местности. Поэтому значительно удобнее поворачивать приемник так, чтобы станцию не слышать вовсе или слышать с наименьшей возможной громкостью. Это происходит оттого, что минимум слышимости при пользовании антеннами, дающими кардиоидную диаграмму направленности, выражен более резко, чем максимум. Мы не слышим (или слышим слабо) принимаемую радиостанцию только при одном, строго определенном положении ферритовой антенны (рамки) по отношению к направлению на принимаемую радиостанцию. Правильность выбранного направления проверяется в этом случае по принципу: станция не слышна — направление правильное. Такой способ дает значительно более точные результаты выбора направления. Хочется только предостеречь невнимательных от того, чтобы они не определяли направление неработающим приемником: с его помощью нельзя услышать ни одной радиостанции.

Как определять направление по максимуму и минимуму сигналов принимаемой радиостанции, поясняет рисунок 39.

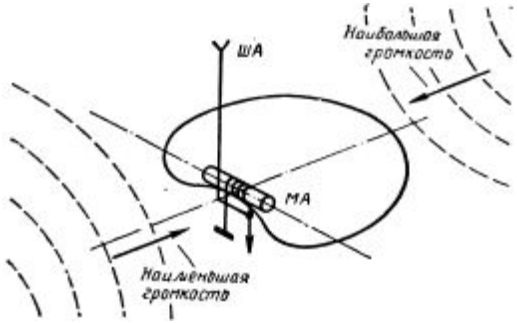

Рис. 39. Определение направления по кардиоидной диаграмме (ША — штыревая антенна, МА — магнитная антенна).

Если при изготовлении такого «радиокомпаса» у вас возникнет вопрос, какая антенна лучше — ферритовая или рамочная, то советуем отдать предпочтение рамочной. У нее диаграмма направленности острее и минимум и максимум приема выражены значительно резче.

Самодельный радиокомпас

Заводской транзисторный приемник в любом походе лучше использовать по прямому его назначению. Веселая музыка, последние известия, проверка времени — вот для чего нужен вещательный приемник в походе. Радиокомпас лучше сделать только радиокомпасом и использовать его для определения направлений маршрута.

Схема и конструкция радиокомпаса очень просты, и изготовить его может даже малоопытный радиолюбитель.

Для радиокомпаса нам потребуются 3 транзистора, 10 резисторов, 8 конденсаторов постоянной емкости и 1 переменной, немного монтажного провода, наушники и батарея для карманного фонаря. Ну и, конечно, ферритовая или рамочная антенна, которую изготовляют самостоятельно.

Схема радиокомпаса изображена на рисунке 40.

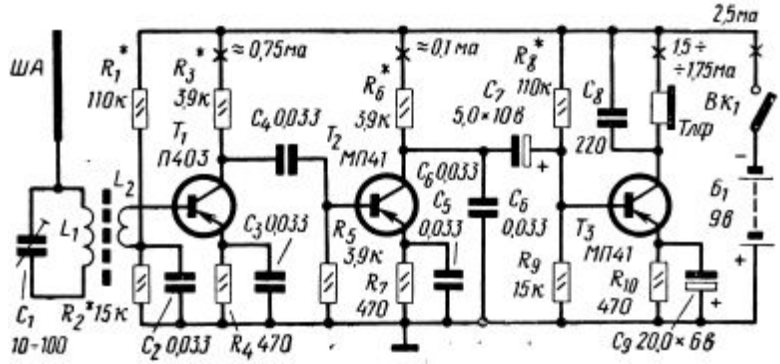

Рис. 40. Принципиальная схема радиокомпаса.

Это простейший приемник, собранный по схеме прямого усиления, сокращенно обозначаемой формулой I–V-I. Это означает, что приемник имеет один каскад усиления по высокой частоте, детектор и один каскад усиления по низкой частоте.

Радиоволны местной или иногородней мощной радиостанции наводят в контуре *L1C1* магнитной антенны и на штыревой антенне очень небольшие высокочастотные напряжения. Через катушку связи *L2* это напряжение поступает на вход усилителя высокой частоты, который собран на транзисторе *T1*. Входной контур (контур магнитной антенны) настраивается с помощью конденсатора переменной емкости в резонанс с электромагнитными колебаниями (радиоволнами) принимаемой радиостанции. Это означает, что на контуре будет выделено напряжение с частотой только одной, нужной нам радиостанции,

сигналы же других радиостанций, работающих в то же самое время на частотах, отличных от резонансной частоты контура *L1C1*, не будут «пойманы» этим контуром.

Резисторы *R1, R2, R3* и *R4* служат для создания определенного режима работы транзистора по постоянному току. С помощью этих резисторов на коллекторе, эмиттере и базе транзистора получают необходимые напряжения питания, обеспечивающие заданный режим работы.

Резисторы *R1* и *R2* образуют делитель (они включены между полюсами батареи источника питания), со средней точки которого снимается напряжение смещения на базу транзистора *T1*. Обычно это напряжение равно 0,1 части от общего напряжения питания. В соответствии с этим и выбирают величины сопротивлений резисторов (110 *ком* и 15 *ком*). Резистор *R3* называют нагрузкой каскада усилителя высокой частоты (ВЧ). На этом сопротивлении выделяется усиленное напряжение высокой частоты. Чем больше сопротивление этого резистора, тем значительнее будет на нем падение напряжения, то есть больше усиление каскада. Однако устанавливать очень большое сопротивление в цепи коллектора нельзя, потому что в этом случае на коллекторе будет слишком маленькое напряжение питания и транзистор будет иметь плохие усилительные свойства. Выбирают какое-то оптимальное значение сопротивления резистора нагрузки, при котором на коллектор поступает достаточное напряжение питания и в то же время на этом сопротивлении выделится заметно усиленное напряжение высокой частоты. Резистор *R4* служит для создания дополнительного автоматического смещения на базе транзистора *T1*. Ток эмиттера работающего транзистора, проходя по этому резистору, создает на нем падение напряжения тем большее, чем больше ток эмиттера. Это напряжение со знаком плюс поступает на базу через резистор *R2* и катушку связи *L2*.

Конденсатор *C2* служит для того, чтобы на резисторе *R2* не падало напряжение высокочастотной составляющей усиливаемого сигнала. Дело в том, что это напряжение создает отрицательную обратную связь, уменьшающую общее усиление каскада.

В связи с тем, что пользоваться радиокомпасом придется при самых различных условиях, в нем необходимо предусмотреть температурную стабилизацию. Транзисторы очень чутки к колебаниям окружающей температуры. При изменении температуры, при которой работает транзистор, изменяется и коэффициент его усиления. В некоторых случаях каскад, собранный на нем, может оказаться запертым и все устройство перестанет работать.

Нестабильность работы транзисторных усилителей можно значительно уменьшить, подав на базу транзистора небольшое отрицательное смещение со специального делителя. Одновременно с этим в цепь эмиттера транзистора включают резистор автоматического смещения.

На рисунке 41 изображена схема оконечного усилителя радиокомпаса.

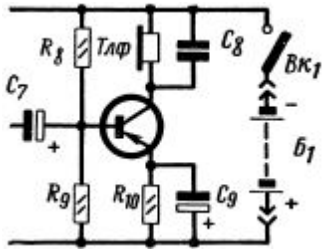

Рис. 41. Элементы термостабилизации транзисторного каскада.

Резисторы *R8, R9* и *R10* являются элементами термостабилизации. Сопротивление резистора автоматического смещения и сопротивления резисторов *R8, R9* делителя выбирают такими, чтобы начальное отрицательное напряжение на базе по отношению к эмиттеру было равно 0,1–0,3 *в*. Значения сопротивлений этих резисторов подбирают при налаживании, и они могут значительно отличаться от указанных на схеме. Величины этих сопротивлений зависят от режима работы транзистора и напряжения источников питания.

Практически величина сопротивления резистора *R10* в маломощных усилителях НЧ (низкой частоты) может изменяться от 400 *ом* до 3 *ком*, а сопротивление *R8* — от 50 до 100 *ком*. Сопротивление резистора *R9*, как правило, составляет 0,1 часть от величины *R8*.

Как же осуществляется стабилизация режима работы транзистора?

При изменении окружающей температуры ток коллектора вследствие нестабильности свойств транзистора изменяется. Допустим, что он увеличился. Следовательно, увеличилось и падение напряжения на резисторе автоматического смещения *R10*. Со знаком «плюс» это смещение через резистор *R9* попадает на базу транзистора и уменьшает его усилительные свойства, а значит, и коллекторный ток. Это происходит потому, что общее смещение на базе, которое складывается из отрицательного напряжения, поступающего с делителя *R8, R9* от источника питания, и положительного напряжения смещения, поступающего с резистора *R10* становится менее отрицательным и транзистор

подзапирается. Уменьшение коллекторного тока возвращает транзистор в прежний режим, компенсируя влияние изменения температуры.

Такой способ термокомпенсации широко используется в маломощных транзисторных усилителях.

Конденсатор *С2* (см. рис. 40) служит для того, чтобы высокочастотный сигнал, для которого емкость этого конденсатора представляет очень небольшое сопротивление, мог беспрепятственно попасть на общий плюсовой провод и на эмиттер транзистора *Т1*. Напомним, что входом каскада усилителя ВЧ является база— эмиттер транзистора и усиливаемый сигнал должен быть включен между базой и эмиттером транзистора.

Усиленный сигнал через конденсатор связи *С4* поступает на базу второго каскада нашего приемника. Этот каскад — транзисторный детектор. В обычных приемниках предпочтение отдают диодным детекторам, в радиокомпасе лучше использовать транзисторный, потому что, кроме детектирования, он еще усиливает принятый сигнал.

Схема детекторного каскада похожа на схему каскада усилителя ВЧ. Различие состоит в том, что смещение на базу транзистора *Т2* задается только автоматически, так как отсутствует делитель напряжения. Термокомпенсация в этом каскаде выполнена по более простой схеме, и режим работы транзистора выбран таким, что проявляются его детектирующие свойства.

Высокочастотное напряжение, поступившее на базу транзистора детектора, по своей форме очень сложное, потому что оно содержит несущую частоту и низкочастотный (звуковой) сигнал. Такое напряжение называют модулированным.

Радиоволны очень низких (звуковых) частот не могут распространяться на большие расстояния, поэтому нельзя сразу превратить звуковые колебания в радиоволны и передавать в эфир. Хорошо распространяются на большие расстояния высокие частоты (радиочастоты). Поэтому и нужно на передатчике создать модулированные колебания, как бы запечатать в конверт высоких радиочастот низкочастотный (звуковой) сигнал. В приемнике необходимо снова разделить эти частоты, произвести демодуляцию, то есть детектирование сигнала.

В результате детектирования получают раздельно высокочастотную составляющую принятого сигнала (несущую), низкочастотную (звуковую) составляющую и постоянную составляющую. Высокочастотная и постоянная составляющие продетектированного сигнала нам не нужны. Нас интересует

только звуковая частота, то есть сигнал, содержащий музыку или речь.

Назначение деталей *R6, R7* и *C5* такое же, как в каскаде усилителя ВЧ, с той лишь разницей, что на нагрузке детекторного каскада выделяется усиленный низкочастотный сигнал. Конденсатор *C6* служит для того, чтобы избавиться от высокочастотной составляющей продетектированного сигнала, замкнув ее через емкость этого конденсатора на общий провод. Постоянную составляющую на следующий каскад не пропустит конденсатор связи *C7*.

Следующий каскад — усилитель низкой частоты — необходим потому, что продетектированный сигнал (его низкочастотная составляющая) настолько мал, что мы сможем услышать его только при приеме очень мощных и близко расположенных радиостанций.

Назначение резисторов *R8, R9* и *R10* и конденсатора *C9* аналогично первому каскаду приемника. Они предназначены для создания режима работы транзистора по постоянному току и подачи автоматического смещения на базу транзистора *Т3*. Нагрузкой оконечного каскада усилителя НЧ служат головные телефоны *Тлф*. Для улучшения качества звучания параллельно головным телефонам включен конденсатор *C8*. Выключение питания радиокомпаса производят выключателем *Вк1*, с помощью которого разъединяют один из проводов, ведущих к батарее питания.

Как уже указывалось, лучшие результаты при определении направления на радиостанцию во время ориентировки на местности можно получить, используя рамочную антенну. На рисунке 42 показана часть схемы радиокомпаса (его входная часть), в котором использована рамочная антенна.

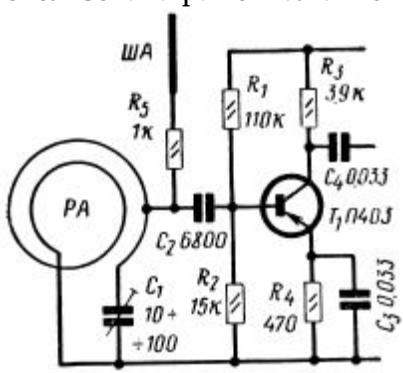

Рис. 42. Входная цепь радиокомпаса.

Радиокомпас собирают в корпусе от карманного приемника, выпускаемого специально для радиолюбителей. Корпус можно

изготовить самим, склеив его из любой пластмассы. Размеры корпуса 108х68х28 мм. В корпусе размещают плату с деталями радиокомпаса и источники питания. На лицевой панели устанавливают керамический подстроечный конденсатор типа КПК-3 и выключатель питания. Последний может быть самодельным, изготовленным из полосок гартованной латуни (контакты реле).

Для выключения приемника можно использовать любой тумблер или выключатель, желательно малогабаритный.

Ферритовую антенну удобно расположить сверху корпуса радиокомпаса, а снизу укрепить гнезда для включения головных телефонов.

Внешний вид радиокомпаса показан на рис. 43.

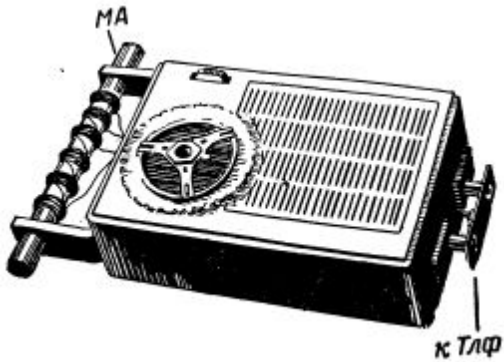

Рис. 43. Внешний вид радиокомпаса.

Весь монтаж радиокомпаса размещен на гетинаксовой плате толщиной 1 *мм* и размерами 60х74 *мм*. Расположение деталей на плате показано на рисунке 44, а монтажная схема соединения деталей — на рисунке 45.

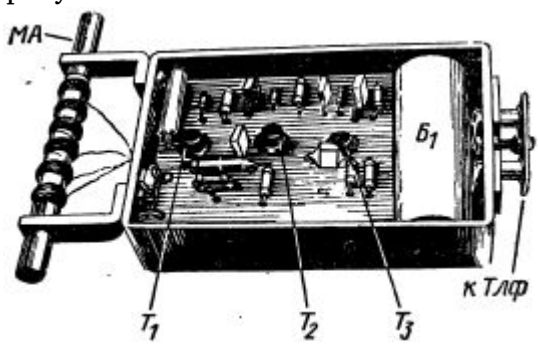

Рис. 44. Монтаж радиокомпаса.

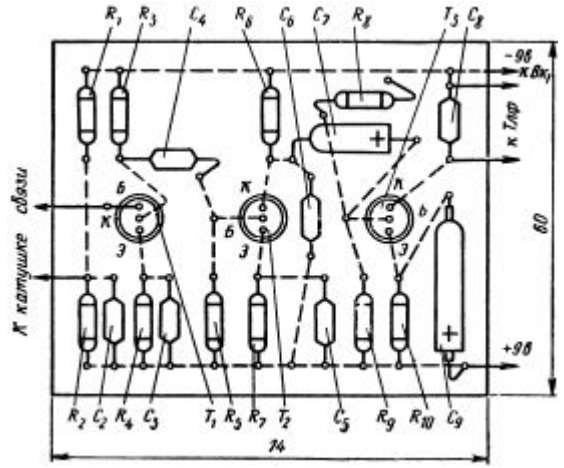

Рис. 45. Монтажная схема радиокомпаса.

Все детали приемника фабричные, за исключением ферритовой (рамочной) антенны. Антенна состоит из круглого сердечника диаметром 8 *мм* и длиной 110 *мм*, используемого в вещательных транзисторных приемниках. Катушка индуктивности *L1* намотана на бумажной гильзе длиной 45 *мм*, плотно надеваемой на ферритовый стержень. Она содержит 250 витков, уложенных равными секциями по 50 витков. Катушка связи *L2* имеет 25 витков, уложенных на подвижной бумажной гильзе длиной 6 *мм*. Обе катушки намотаны проводом ПЭЛШО 0,12. Такая антенна рассчитана для работы в диапазоне длинных волн. На средних волнах число витков следует уменьшить соответственно до 100—80 и 10.

Рамочная антенна может быть круглой или квадратной формы. Диаметр круга или сторона квадрата рамочной антенны, вообще говоря, зависит от длины волны принимаемой радиостанции. Чем длиннее волна, тем больше размеры рамочной антенны. Для радиокомпаса, работающего на длинных или средних волнах, вполне достаточна круглая рамочная антенна с диаметром 40–50 *см*, такой же длины должна быть и сторона квадратной рамки.

Рамочную антенну изготовляют из медного изолированного провода диаметром 0,6–0,8 *мм*. Число витков рамки зависит от ее размеров и длины волны принимаемой радиостанции. При указанном диаметре (стороне квадрата) рамка для работы на средних волнах имеет 16 витков с отводом от второго витка. На длинноволновом диапазоне следует применять рамку, состоящую из 35–40 витков с отводом от четвертого витка. Витки проводов круглой рамочной антенны помещают в оболочку от коаксиального кабеля или обматывают несколькими слоями

изоляционной хлорвиниловой ленты.

Круглая рамочная антенна с помощью изоляционных прокладок соединяется со штыревой, которая обеспечивает ей жесткость. Основанием штыревой и рамочной антенн служит пластина из изоляционного материала, на которой укрепляется и радиокомпас. Конструкция радиокомпаса с антеннами может быть произвольной, в зависимости от вкуса и возможностей радиолюбителя.

Внешний вид круглой рамочной антенны, сочлененной со штыревой и приемником, показан на рисунке 46.

Рис. 46. Круглая рамочная антенна, сочлененная со штыревой.

Конденсаторы *С2, С3, С4, С5, С6, С8* — керамические, типа КЛС или КДС, электролитические конденсаторы *С7* и *С9* — типа ЭМ или фирмы «Тесла». Все резисторы — типа МЛТ и УЛМ. Номиналы деталей могут отличаться от указанных на схеме на 20 % в сторону уменьшения или увеличения, что не скажется на работе приемника. Можно использовать детали больших габаритов, при этом увеличатся размеры радиокомпаса.

Транзистор *Т1* должен иметь коэффициент усиления $\beta_{ст}$ порядка 30–50. Можно применить и другие типы высокочастотных маломощных транзисторов, например П420—П422, П416 и др.

Низкочастотные транзисторы *Т2* и *Т3* должны иметь коэффициент усиления 50–80. На их месте можно использовать любые низкочастотные маломощные транзисторы. Монтажные соединения надо вести голым медным луженым проводом диаметром 0,2–0,5 *мм*. Контактные штырьки на монтажной плате можно не устанавливать, используя выводы деталей для

крепления их на плате.

Перед сборкой радиокомпаса следует проверить исправность деталей: конденсаторы и резисторы должны соответствовать тем номиналам, которые указаны на принципиальной схеме; катушки рамочной или магнитной антенны не должны иметь обрывов; батарея питания — обеспечивать необходимое напряжение.

После окончания монтажа нужно тщательно проверить правильность соединений деталей и соответствие монтажа принципиальной и монтажной схемам. Только после этого можно включать питание.

Общий ток, потребляемый радиокомпасом, не должен превышать 3–4 *ма*. Измеряют ток миллиамперметром, включив его в разрыв провода после выключателя питания *Вк1*. Можно миллиамперметр присоединить прямо к контактам разомкнутого выключателя.

При токе больше указанного надо немедленно выключить питание и проверить правильность монтажа или найти неисправную деталь. Следующий этап налаживания радиокомпаса — измерение режимов транзисторов. В разрыв проводов, указанных на схеме (см. рис. 40) крестиком, включают миллиамперметр. Токи, потребляемые каждым каскадом, должны соответствовать указанным на принципиальной схеме. Если измеренные величины будут значительно (раза в три-четыре) отличаться от данных, следует искать неисправность в схеме или проверить качество деталей. Если различие небольшое, нужно изменить значение резисторов, помеченных звездочкой.

После установки нормального режима работы по постоянному току переходят к настройке входного контура. Обычно при исправных деталях и правильном монтаже при вращении ротора конденсатора *С1* удается принять работу какой-то местной радиостанции. Настройку входного контура лучше всего производить при одной штыревой антенне, имеющей круговую диаграмму направленности. Если используется рамочная или магнитная антенна, то при вращении конденсатора *С1* следует менять и положение приемника или антенны, так как она имеет направленные свойства.

Если не удается принять ни одной станции, можно временно подключить к концам катушки *L1* еще один конденсатор переменной емкости и попробовать настроиться на станцию с его помощью, оставляя конденсатор *С1* в положении наибольшей емкости. Когда станция найдена, второй конденсатор переменной емкости заменяют конденсатором постоянной емкости. Если же и вторым конденсатором не удалось найти в рабочем диапазоне радиокомпаса уверенно слышимой радиостанции, нужно

увеличивать число витков катушки *L1*. Громкость работы радиокомпаса зависит от положения катушки связи *L2* по отношению к *L1*. Поэтому, когда будет найдена хорошо слышимая станция, надо попробовать перемещать катушку связи по стержню ферритовой антенны, добиваясь увеличения громкости.

После того как приемник радиокомпаса будет уверенно работать, подключают обе антенны и пробуют определить направление на станцию по максимальной громкости. Это направление различается не очень четко, и лучше определять его по минимальной слышимости.

Полезно к радиокомпасу сделать и шкалу, как в обычном компасе (рис. 47).

Рис. 47. Компас.

Радиокомпас может быть использован не только для определения направления, когда невозможно ориентироваться каким-либо другим способом. Можно, например, отыскать «вражеский» штаб или другой важный объект «противника». Условно этот объект обозначают цветными флажками или бумажками в виде круга диаметром не менее 50 *м* и ставят задачу найти объект с расстояния в несколько километров от него. «Разведчикам» указывают только «азимут» и примерное расстояние до объекта. «Азимутом» будем считать в данном случае угол между направлением на радиостанцию (или противоположное ему) и направлением на разыскиваемый объект. Направление необходимо определять по радиокомпасу.

«Лихо мерили шаги две огромные ноги…»

Эти слова, наверное, знакомы каждому из вас. Но одно дело — приятные воспоминания о дяде Степе и совсем другое, когда самому приходится «мерить» шаги, и не только мерить (по-настоящему измерять длину своего шага), но и в тяжелом походе считать пройденное расстояние по числу шагов. Такая задача очень часто встречается при движении по азимуту с настоящим компасом или с радиокомпасом. И поручать это ответственное дело нужно только самому внимательному и аккуратному участнику похода. Положение счетчика шагов незавидное. Все идут, перебрасываясь шутками, любуются окружающей природой (если «противник» далеко) или соблюдают строжайшую тишину и скрытность передвижения, когда «враг» рядом. А тот, кому поручено считать шаги, должен ни на минуту не забывать об этом, и сбиваться со счета он просто не имеет права. Иначе весь отряд может заблудиться или прийти совсем не туда, куда нужно. Если кому-нибудь приходилось в походе считать шаги, тот знает, как это неприятно и утомительно.

Существует несколько разновидностей приборов-шагомеров. Но они не совсем удобны, а часто стоят дорого. Поэтому лучше сделать самодельный шагомер. Особенно интересно сделать шагомер электронный.

Чтобы понять, как работает такой счетчик, посмотрим на его блок-схему (рис. 48).

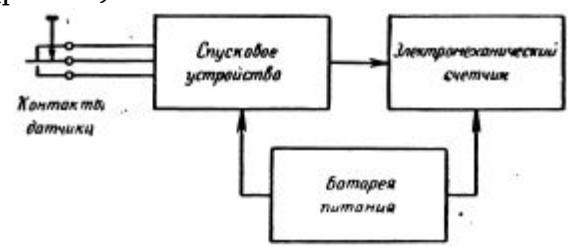

Рис. 48. Блок-схема счетчика шагов.

Контакты датчика замыкаются при каждом шаге и включают спусковое устройство. Спусковым оно названо, очевидно, по аналогии со спусковым крючком винтовки. При нажатии на спусковой крючок освобождается пружина бойка и раздается выстрел. При замыкании контактов датчика отпирается транзистор *Т2* (запирается транзистор *Т1*) — спусковое устройство образует («выстреливает») на выходе схемы электрический импульс (рис. 49).

Этот импульс поступает в электромеханический счетчик и

поворачивает барабан с цифрами на одно деление.

Принципиальная схема шагомера изображена на рисунке 49.

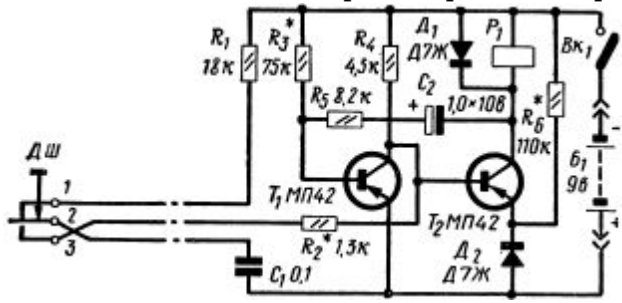

Рис. 49. Принципиальная схема шагомера.

В спусковом устройстве работают транзисторы *Т1, Т2* и диоды *Д1* и *Д2*. Обмотка электромеханического счетчика *Сч* включена в коллекторную цепь транзистора *Т2*. Датчик шагов *ДШ* имеет три контакта. Когда пешеход делает шаг, то есть переставляет ногу, контакты *1, 2* датчика замкнуты. При этом конденсатор *С1* заряжается через контакты выключателя *Вк1*, резистор *R1*, контакты *1, 2* датчика до напряжения батареи *Б1*, питающей прибор.

В это время транзистор *Т1* открыт, так как на его базу через резистор *R3* подается отрицательное напряжение смещения, а транзистор *Т2* закрыт. Как только будет сделана первая пара шагов, контакты *1* и *2* разомкнутся, а контакты *2* и *3* замкнутся. При этом заряженный конденсатор *С1* отрицательной обкладкой оказывается подключенным через резистор *R2* к базе транзистора *Т2* и открывает его. В этот момент в обмотке счетчика появляется значительный ток, магнитное поле которого притягивает якорь, а связанная с якорем «собачка» поворачивает на один зубец храповое колесо счетчика.

Резисторы *R3, R5* и конденсатор *С2* образуют времязадающую цепь обратной связи. Она определяет время, в течение которого транзистор *Т2* открыт. При деталях, указанных на схеме шагомера, оно ограничено 0,1 *сек*. За это время происходит перезарядка конденсатора *С2* через резисторы *R3, R5*, открытый транзистор *Т2* и диод *Д1*.

Как только конденсатор *С2* перезарядится, все устройство независимо от положения контактов датчика принимает исходное состояние: транзистор *Т1* открывается, а транзистор *Т2* закрывается. А как только контакт *2* датчика замкнется с контактом *1*, снова начинает заряжаться конденсатор *С1*. За время одного шага этот конденсатор полностью зарядится, и шагомер будет готов к новому отсчету.

Диод *Д1* предупреждает пробой транзистора *Т2*. Дело в том,

что в момент, когда транзистор *Т2* закрывается, энергия, запасенная индуктивностью обмотки счетчика, стремится поддерживать убывающий ток. Мгновенное увеличение этого тока, называемого экстратоком, опасно для транзистора. Диод *Д1* замыкает на себя положительные полуволны экстратока размыкания и таким образом защищает транзистор от пробоя. Когда конденсатор *С1* накапливает заряд, прибор потребляет от батареи ток не более 2 *ма*, а в момент разряда, когда срабатывает электромеханический счетчик, ток увеличивается до 40 *ма*.

Источником питания может быть батарея «Крона», батарея аккумуляторов 7Д 0,1 или две батареи КБС-Л-0,50, соединенные последовательно.

Конструкция шагомера может быть любой — все зависит от вашего вкуса и возможностей (рис. 50).

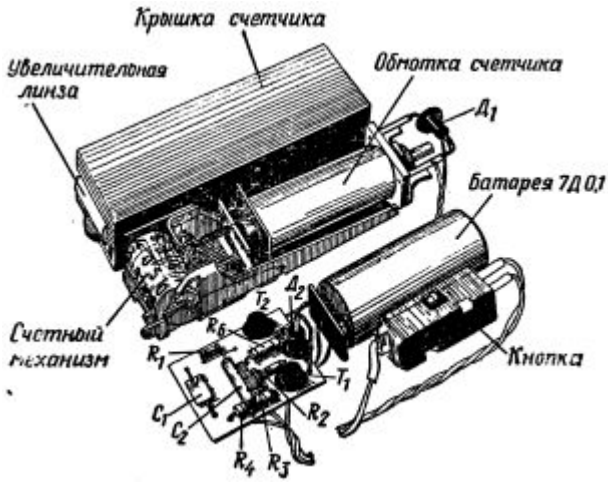

Рис. 50. Внешний вид шагомера.

Прибор можно собрать из готовых деталей. Для контактов датчика подойдут упругие пластинки из фосфористой бронзы, например контактные группы электромагнитных реле. В описываемой конструкции шагомера использован электромеханический счетчик завода «Красная заря» (тип РС 2 720 003). Его обмотка с каркаса удалена и намотана новая, содержащая 5800 витков провода ПЭЛ 0,15.

Для прибора можно использовать любые низкочастотные транзисторы с коэффициентом усиления $\beta_{ст}$ равным 30—100, резисторы МЛТ и УЛМ, конденсаторы *С1* типа КЛС (МБГМ), *С2* — электролитический, типа ЭМ.

Все детали спускового устройства монтируют на небольшой гетинаксовой плате. Контакты датчика, соединенные с прибором гибкими многожильными проводами, располагают под стелькой обуви, а сам прибор вместе с электромеханическим счетчиком и

батареей — в кармане или рюкзаке. Можно придумать и такие контакты, которые бы переключались не от давления ноги, а от движения руки или покачивания тела пешехода.

Налаживание собранного устройства сводится к следующему. После включения питания надо убедиться, что транзистор *Т1* открыт, а *Т2* закрыт. Это делают двумя способами: измерением коллекторных токов транзисторов *Т1* и *Т2* или измерением напряжений на их коллекторах. В первом случае миллиамперметр, включенный в разрыв коллекторной цепи *Т1*, должен показывать ток 1,5–2,0 *ма* (в случае меньшей величины тока его следует увеличить уменьшением сопротивления резистора *R3*. Коллекторный же ток транзистора *Т2* должен быть близок к нулю. Напряжение на коллекторе *Т1* должно быть около нуля, а на коллекторе другого транзистора — такое же, как напряжение на источнике питания. Если увеличением сопротивления резистора *R3* (при этом увеличивается ток, идущий через *Т1*) не удается добиться такого состояния *Т2*, при котором ток, идущий через него, не равен нулю, то следует воспользоваться цепью *R6, Д2*. Падение напряжения на прямом сопротивлении *Д2* подзапирает транзистор *Т2* и устанавливает ждущий режим устройства.

Затем подбором деталей *С2, R5* следует установить время срабатывания устройства, равное 0,1 *сек*. Данные этих деталей могут быть увеличены или уменьшены вдвое.

Следующий этап — заставить срабатывать счетчик. Замыкая базу *Т1* на плюс источника питания через сопротивление резистора вдвое меньшее, чем *R2*, надо убедиться, что счетчик срабатывает. Затем такую операцию производят конденсатором *С1*, заряженным непосредственно от батареи. Если счетчик срабатывает надежно, то собирают цепь *R1, ДШ, С1*. Замыкая и размыкая контакты *ДШ*, убеждаются в четком срабатывании счетчика. Выбор сопротивления резистора *R1* определяется временем шага. Малое его сопротивление может привести к ложному срабатыванию во время соединения контактов *1* и *2*, поскольку происходит бросок тока в первый момент после замыкания этих контактов.

Если контакты датчика находятся на подошве ботинка, то механизм счетчика показывает число пар шагов. Чтобы узнать пройденное расстояние, надо это число умножить на два и на среднюю длину шага.

Автоматы системы Ф и ФФ

Скорострельность современного автоматического оружия достигает 400–600 выстрелов в минуту. Прицельная точность очень высока и позволяет поражать цель на расстоянии до 1000 *м*. Ребята, которые всегда идут в ногу с веком в своих играх, тоже взяли на вооружение автоматы и пулеметы. Ни одна ребячья «война» не обходится сегодня без игрушечных автоматов и пулеметов.

— Та, та, та… — стрекочет пулемет, вырезанный из дощечки. Звуки, подражающие стрельбе, издает либо сам стреляющий, либо специальная трещотка, укрепленная на пулемете или автомате.

В пионерских играх типа «Зарница» использовать такое «вооружение» неудобно. Нужно что-то более современное.

Если взять уже знакомый вам мультивибратор, генерирующий частоту 4—10 *гц*, то можно создать электронный источник звука, подражающий стрельбе из автомата. Наш автомат назовем «автоматом системы Ф» по первой букве греческого слова «фоне», что означает «звук». Фоноавтомат — звуковой автомат.

Принципиальная схема такого автомата изображена на рисунке 51.

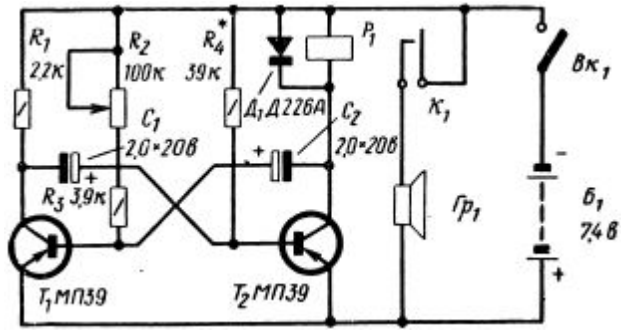

Рис. 51. Принципиальная схема фоноавтомата.

Как видно из схемы, это несимметричный мультивибратор, собранный на транзисторах *Т1* и *Т2*. В коллекторной цепи транзистора *Т2* включена обмотка электромагнитного реле. Это реле подключает своими контактами *К1* на очень короткое время звуковую катушку громкоговорителя к общему источнику питания — батарее *Б1*. Звуковая катушка электродинамического громкоговорителя имеет небольшое сопротивление. Такие громкоговорители установлены в обычных сетевых радиовещательных приемниках и телевизорах. После замыкания контактов *К1* по звуковой катушке громкоговорителя пойдет большой ток. Диффузор громкоговорителя сместится, и мы услышим резкий звук, напоминающий выстрел.

Но так как мультивибратор заставляет срабатывать реле 4—10 раз в секунду, то щелчки звука — «выстрелы» — будут повторяться с той же частотой.

Нетрудно подсчитать число «выстрелов» в минуту, иначе говоря, скорострельность нашего устройства. Если наибольшая частота генератора равна 10 *гц*, это значит, что 10 раз в секунду будет срабатывать реле *Р1*. В минуту число «выстрелов» будет в 60 раз больше, то есть 600 срабатываний реле. Эта скорострельность вполне соответствует скорострельности современного автоматического оружия. Менять частоту можно переменным резистором *R2*. Схема мультивибратора точно такая же, как в экономичном фонаре. Различие состоит лишь в номиналах деталей, которые определяют частоту и длительность импульсов.

Детали фоноавтомата могут быть любыми, как малогабаритными, так и обычных размеров. Реле нужно взять с током срабатывания 5—10 *ма* и одной парой нормально разомкнутых контактов. Это может быть реле РКН с обмоткой 16 700 витков провода ПЭЛ 0,08, сопротивлением 2000 *ом* (паспорт РС 4 500 882). Можно использовать реле РЭС-10 (паспорт РС 4 524 308). При этом скорострельность увеличится примерно вдвое.

Назначение деталей мультивибратора такое же, как в мультивибраторе экономичного фонаря.

Все детали мультивибратора монтируют на небольшой гетинаксовой плате. Размеры платы рассчитывают так, чтобы она поместилась вместе с громкоговорителем и источниками питания в диске автомата. Монтажную плату с источниками питания можно разместить в ложе, а в диске установить только громкоговоритель.

Включение мультивибратора (начало стрельбы) производится выключателем *Вк1*, оформленным в виде спускового крючка. Мы не останавливаемся подробно на конструкции автомата, предоставляя вам возможность подумать самим, как оформить его внешне и как разместить внутри электронную «начинку».

На рисунке 52 изображен один из вариантов размещения деталей на монтажной плате, а на рисунке 53 — примерное размещение деталей внутри автомата.

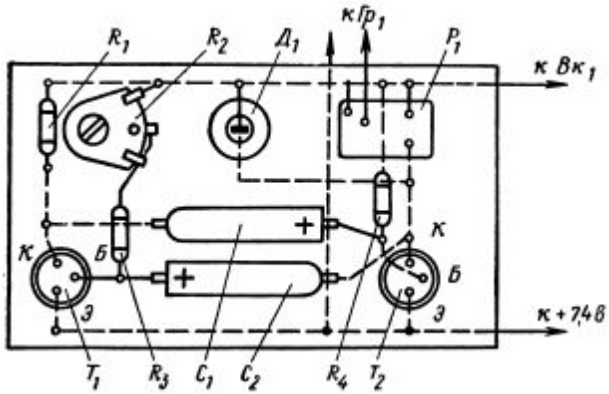

Рис. 52. Монтажная плата фоноавтомата.

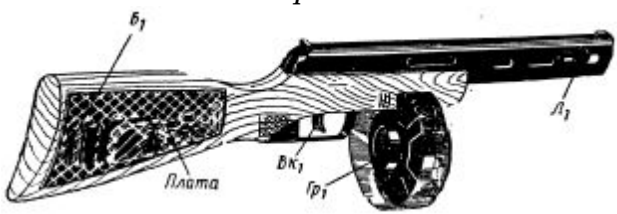

Рис. 53. Размещение деталей в корпусе фоноавтомата.

После окончания сборки электронная часть автомата начинает работать сразу. Не подключая громкоговоритель, надо убедиться, что контакты реле замыкаются и размыкаются с достаточной скоростью, которую можно менять с помощью переменного резистора. Ток, потребляемый мультивибратором от источников питания при отсоединенном громкоговорителе, около 3 *ма*.

Установив требуемую частоту переключения контактов реле,

присоединяют громкоговоритель. Частота «выстрелов» несколько понизится. Если она будет недостаточно большой, нужно снова подобрать все детали мультивибратора, потому что при подключенном громкоговорителе изменение сопротивления резистора *R2* мало влияет на частоту «выстрелов».

При включении громкоговорителя потребляемый ток возрастает до 30 *ма*. Такой расход тока продолжается очень короткое время, и поэтому емкости трех батарей типа КБС-Л-0,50, включенных последовательно, хватит на 40–50 часов непрерывной «стрельбы», то есть практически на целый поход, и даже останется на тренировки.

Чтобы усилить громкость стрельбы, нужно увеличить напряжение батареи (взять две КБС-Л-0,50). Одновременно с усилением громкости возрастет и расход тока от батареи до 50 *ма*. Это не страшно, так как запаса электроэнергии в автомате вполне достаточно.

Если есть возможность установить в корпусе автомата еще одну батарею, то можно мультивибратор питать от одной батареи типа «Крона» (она занимает мало места), а громкоговоритель — от двух-трех батарей КБС-Л-0,50. Раздельное питание мультивибратора и громкоговорителя позволит устанавливать любую скорострельность. Схема включения двух батарей показана на рисунке 55.

Во время выстрела из огнестрельного оружия, кроме громкого звука, видна и вспышка света. Наш фоноавтомат создает только звуки выстрелов. Заменив громкоговоритель лампочкой от карманного фонаря, мы сможем получить фотоавтомат. «Фотос» по-гречески значит «свет», и это автоматическое «оружие» позволяет получить вспышки после каждого «выстрела».

Вспышки света лампочки от карманного фонаря хорошо заметны в темное время суток. Особенно эффектны они, если лампочку, помещенную на конце ствола, закрыть оранжевым колпачком от сигнального фонаря — указателя поворотов для мотоцикла.

Простейший фотоавтомат можно питать только от одной батареи для карманного фонаря типа КБС-Л-0,50. В этом случае следует устанавливать лампочку 2,5 *в* 0,16 *а*. Для лампочки 6,3 *в* 0,28 *а* следует использовать две батареи, включенные последовательно. Нужно помнить, что в обоих случаях напряжение питания больше, чем напряжение, на которое рассчитаны лампочки. Поэтому нельзя включать их на продолжительное время и нужно следить, чтобы контакты реле фотоавтомата не были долго замкнуты, иначе лампочка может перегореть.

Во время работы фотоавтомата контакты реле включают лампочку на очень короткое время, и она, давая яркую вспышку, перегореть не успевает. Вспомните экономичный фонарь, там было точно такое же устройство.

Схема подключения лампочки вместо громкоговорителя на рисунке 54 показана пунктиром.

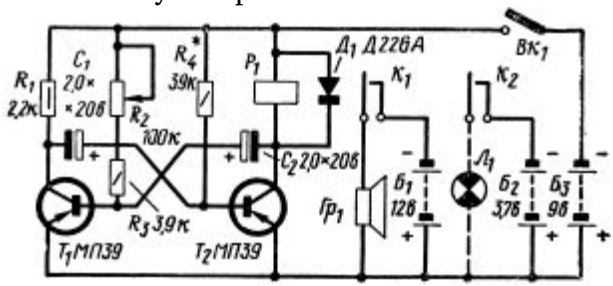

Рис. 54. Схемы включения громкоговорителя и лампочки, работающей от отдельной батареи.

Такой автомат или пулемет, дающий только световые вспышки при выстреле или только звук выстрела (даже очень громкий), не создает полного представления о настоящем оружии.

Выход из этого положения можно найти, если объединить фотоавтомат и фоноавтомат в одно устройство, которое мы назвали «фотофоноавтоматом», или «автоматом системы ФФ». Название это мы придумали по аналогии с названием хорошо послужившего во время Великой Отечественной войны пистолета системы ТТ. Такое название взято по первым буквам Тульский (место, где был изготовлен пистолет) и Токарев (фамилия конструктора пистолета).

Наш автомат системы ФФ содержит в себе электронную часть, позволяющую одновременно получать громкий звук «выстрела» и вспышку света. На рисунке 55 изображена принципиальная схема электронной части автомата системы ФФ.

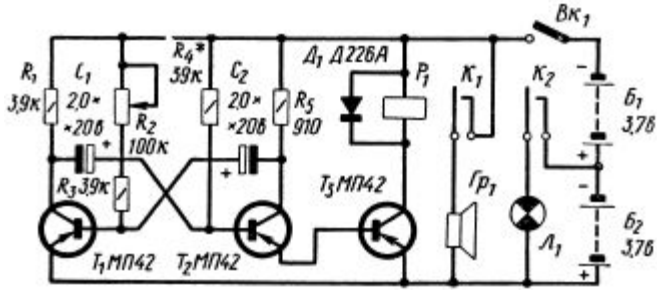

Рис. 55. Принципиальная схема автомата системы ФФ.

Это тоже несимметричный мультивибратор, собранный на

транзисторах *Т1* и *Т2*, к которому добавлен усилитель тока на транзисторе *Т3*. Контактная группа реле *Р1* должна иметь два нормально разомкнутых контакта *К1* и *К2*. Один контакт (*К1*), замыкаясь, включает громкоговоритель *Гр1*, другой контакт (*К2*) при срабатывании реле включает лампочку *Л1*. В момент «выстрела» слышится звук и видна вспышка света.

Схема мультивибратора осталась такой же, как и в простом фоноавтомате. Усилитель тока необходимо добавить для более четкой работы мультивибратора, колебания которого могут срываться при одновременном включении лампочки и громкоговорителя. Кроме этого, для питания автомата системы ФФ нужно два источника. От одной батареи типа КБС-Л-0,50 питается лампочка *Л1*, а мультивибратор и громкоговоритель — от этой же батареи, к которой добавлено последовательно еще две такие же.

Размеры платы, на которой собирают детали автомата системы ФФ, выбирают произвольные, зависящие от габаритов конструкции. Реле *Р1* взято типа РЭС-6.

Для уверенной работы в этой схеме нужно разобрать реле, удалить обмотку и намотать новую проводом ПЭЛ 0,12. Новая обмотка должна содержать 2000 витков. Расположение деталей на плате показано на рисунке 56.

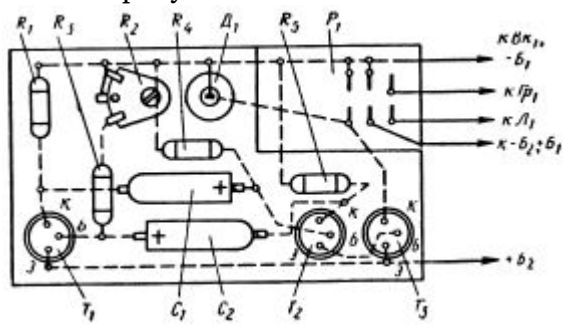

Рис. 56. Расположение деталей на плате автомата.

Все схемы электронной «начинки», о которых мы рассказали, не обеспечивают достаточно яркой вспышки и громкого звука «выстрела». Кроме этого, устройства фоно- и фотоавтоматов и автомата системы ФФ расходуют много энергии от батарейки. Эти недостатки можно устранить, собрав автомат системы ФФ по схеме, приведенной на рисунке 57.

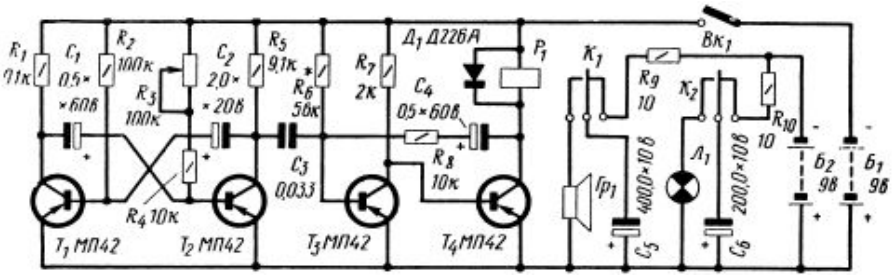

Рис. 57. Принципиальная схема усовершенствованного автомата системы ФФ.

В этом автомате можно использовать две маленькие батарейки типа «Крона», запаса энергии которых будет достаточно для нескольких «боев». В то же время батарейки «Крона» значительно легче, чем КБС-Л-0,50, и занимают гораздо меньше места.

Схема усовершенствованного автомата ФФ состоит из мультивибратора, такого же, как и во всех предыдущих автоматах. Кроме мультивибратора, в этой схеме есть еще спусковое устройство — ждущий мультивибратор. Назначение мультивибратора — создавать «выстрелы». Спусковое устройство, точно такое же, как было описано в электронном тире, предназначено для того, чтобы включать обмотку реле на очень короткое время. Это позволит уменьшить расход электроэнергии от батарей.

Для питания фотофоноавтомата использованы две батареи типа «Крона», каждая напряжением 9 *в*. Лучше использовать батареи дисковых малогабаритных аккумуляторов 7Д-0,1.

При нажатии на спусковой крючок автомата *Вк1* включается питание на мультивибратор и спусковое устройство. Мультивибратор генерирует прямоугольные импульсы с частотой 5—10 *гц*. С такой же частотой срабатывает спусковое устройство, на вход которого поступают импульсы с мультивибратора. Реле *Р1* переключает свои контакты *К1* и *К2* с частотой мультивибратора. До того как мы нажали на спусковой крючок, конденсаторы *С5* и *С6* зарядились от источника питания до напряжения 9 *в*. Цепь зарядки выглядит так: минусовый полюс батареи *Б2*, резисторы *R9* и *R10*, верхние по схеме контакты *К1* и *К2*, минусовые обкладки конденсаторов *С5* и *С6*, плюсовые обкладки этих конденсаторов, положительный полюс батареи Б1.

Реле *Р1* при каждом «выстреле» на короткое время срабатывает и переключает свои контакты. Средние контакты *К1* и *К2* перебрасываются в этот момент вниз, образуя цепь разряда конденсаторов *С5* и *С6* через громкоговоритель *Гр1* и лампочку

Л1. Емкость конденсаторов выбрана такой, чтобы обеспечить достаточную электроэнергию для создания громкого звука и яркой вспышки.

Все детали автомата системы ФФ собирают на гетинаксовой или текстолитовой плате (рис. 58).

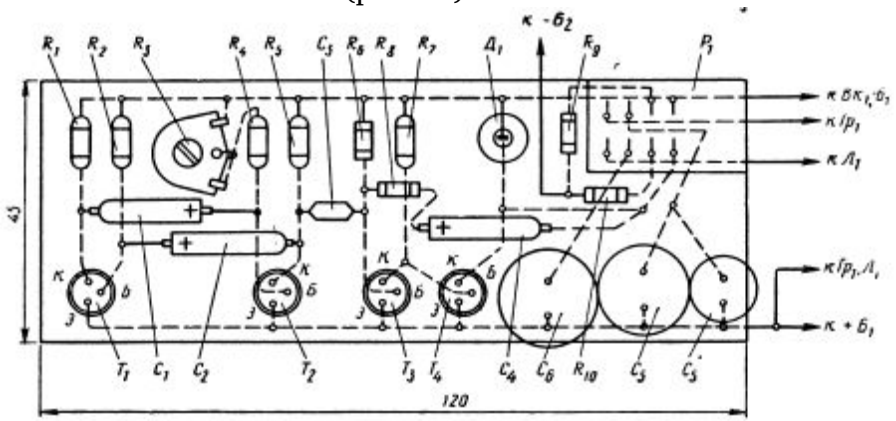

Рис. 58. Монтажная плата автомата.

Размеры и форму платы выбирают произвольно, в зависимости от конструкции автомата. На рисунке 59 показано размещение деталей на плате.

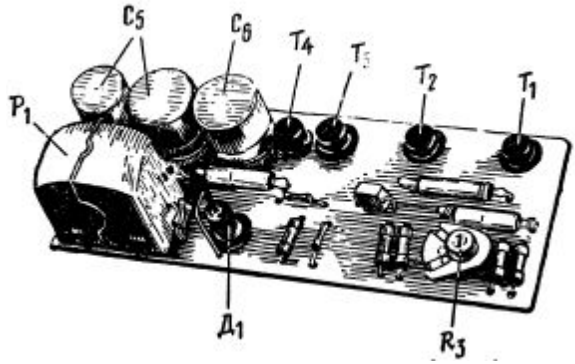

Рис. 59. Расположение деталей на плате автомата.

О назначении всех деталей и налаживании подобных конструкций мы уже рассказывали.

Такой автомат можно использовать в игре «Зарница».

Сторож-невидимка

Научная организация труда, сокращенно НОТ, позволяет найти самые лучшие формы использования рабочего времени и повысить к. п. д. человека и машины. Было установлено, что самый непроизводительный труд у сторожей и охранников. Отсюда сам собой напрашивается вывод — заменить сторожа каким-то механизмом, прибором или устройством, зорко следящим за посторонними и подающим сигнал тревоги или препятствующим проникновению постороннего лица в запретные зоны.

Контролеры в метро (это тоже своего рода сторожа) заменены во многих местах электронно-оптическими турникетами.

В государственных и частных банках за рубежом установлено множество самых различных электронных устройств, препятствующих проникновению грабителей к сейфам. Электронные приборы заменяют охрану на промышленных предприятиях.

Электронный сторож не уснет на посту, не прозевает нарушителя, проникшего в запретную зону. Как видите, электроника и здесь играет очень важную роль, начиная повсеместно заменять сотрудников охраны. Зоркие помощники сторожевой службы заменили десятки тысяч часовых и сторожей.

Дежурные по охране одного или сразу нескольких объектов находятся в караульном помещении, и нет необходимости устанавливать посты сторожевой охраны. Сигнал тревоги, появляющийся на пульте, указывает место, где находится нарушитель, и только тогда в дело вступает охрана и задерживает преступника.

Во время военных игр и походов тоже может потребоваться охрана штаба, «секретных документов», «складов продовольствия» и «оружия». Для этого мы предлагаем вам описания нескольких очень простых по устройству, но вполне надежно работающих электронных сторожей.

Автоматический сторож

Чтобы изготовить этот прибор, нужно электромагнитное реле (лучше поляризованное, оно срабатывает от меньшего тока), две батарейки для карманного фонаря, один резистор и несколько метров тонкого провода диаметром 0,05—0,06 *мм*. Таким проводом наматывают малогабаритные трансформаторы для транзисторных приемников.

Провод натягивают на пути возможного подхода противника. Он должен находиться примерно на высоте колена либо немного ниже. Растянутый поперек дороги или тропы провод настолько малозаметен, что даже при самом ярком солнечном свете может показаться паутинкой. Сила, необходимая для обрыва провода диаметром 0,05 *мм*, настолько мала, что человек, даже очень осторожный, не обратит внимания на то, что, проходя в запретную или охраняемую зону, он задел ногой и оборвал тоненький проводок. Но стоит только оборвать провод, как сработает электромагнитное реле и своими контактами включит звонок или лампочку. Сигнал тревоги будет принят дежурным, и охрана сразу же задержит нарушителя. Часовому не нужно мерзнуть или мокнуть на улице. Да и в темноте не так просто заметить «вражеского» разведчика.

Схема соединений деталей автоматического сторожа показана на рисунке 60.

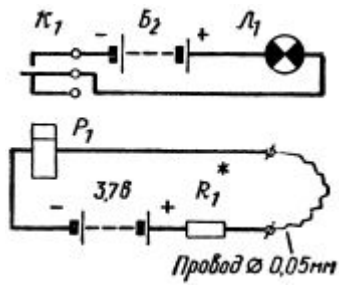

Рис. 60. Схема соединения деталей автоматического сторожа.

На схеме сигнал тревоги подает лампочка *Л1*, когда замкнутся контакты *К1*. Реле должно иметь нормально разомкнутые контакты. Это означает, что, когда по обмотке реле течет ток, контакты его разомкнуты; как только ток через обмотку реле прекратится, контакты *К1* под действием пружины или упругих свойств самих пластин контактов замкнутся и включат цепь сигнальной лампы. Если обмотка реле *Р1* имеет сопротивление (величина его обычно написана на маркировке обмотки) больше 100 *ом*, резистор *R1* можно не ставить.

Схема сторожа, как видите, очень проста. Нужно только последовательно соединить батарею типа КБС-Л-0,50, обмотку реле, резистор и отрезок тонкого провода, растянутого в месте предполагаемого прохода нарушителя.

Провод, даже диаметром в несколько сотых долей миллиметра, покрыт изоляцией из лака или стекла. Не забудьте зачистить провод в месте присоединения к обмотке реле и резистору или батарее. Снимать изоляцию надо очень осторожно лезвием безопасной бритвы или мелкой шкуркой. Можно снять изоляцию и нагретым паяльником. Более надежный контакт получится, если оба конца тонкого (сторожевого) провода припаять в местах соединения.

Автоматического сторожа можно установить на расстоянии в десятки и сотни метров от караульного помещения. Для этого потребуется только два любых изолированных провода от контактов реле до контрольной лампочки *Л1*.

После соединения между собой всех деталей сторожа по обмотке реле пойдет ток, контакты реле разомкнутся, и сторож готов к действию. Неосторожный разведчик, пройдя запретную зону, обязательно оборвет провод. Ток через обмотку реле прекратится. Контакты *К1* замкнутся, и загорится лампочка тревоги.

Вместо лампочки можно установить звонок постоянного тока или зуммер. Если вы раскинули лагерь около населенного пункта или остановились в деревне, учтите, что сигнальный провод следует повесить повыше, иначе «нарушителем» может стать любая собака или кошка.

Всем хорош такой сторож. Прост по устройству, может быть установлен за 10 *мин*, не боится ни дождя, ни мороза. Но есть у него один недостаток — он очень много берет электроэнергии. Расход тока, особенно при малочувствительном реле, может быть настолько велик, что одной батарейки хватит лишь на одну ночь. Поэтому такого сторожа следует устанавливать только в особо экстренных случаях, когда нет возможности сделать более экономичное устройство.

Если вы готовитесь к походу заранее, необходимо подумать и о стороже, который будет более экономичным. Для этого надо совсем немного — только один любой транзистор, который вводят в схему сторожа. Включив транзистор, как показано на схеме (рис. 61), вы резко измените расход электроэнергии.

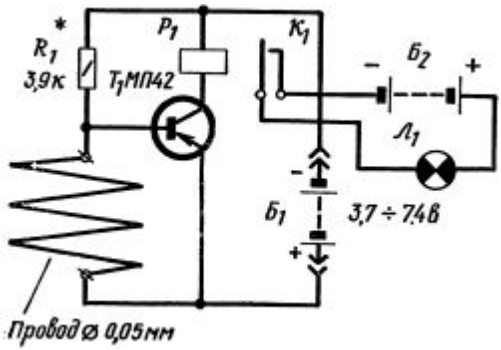

Рис. 61. Схема автоматического сторожа на одном транзисторе.

База транзистора через отрезок тонкого провода соединена с эмиттером, и транзистор заперт. В этот момент он как бы разрывает цепь питания обмотки реле, и ток от батареи через обмотку реле почти не идет. Как только «нарушитель» разорвет провод, соединяющий базу транзистора с его эмиттером, транзистор моментально открывается. Сопротивление эмиттер — коллектор открытого транзистора очень маленькое, и он становится как бы замкнутым накоротко. Через обмотку реле начинает течь ток, реле срабатывает и включает своими контактами *К1* сигнализацию.

Как вы уже, очевидно, заметили, ток через обмотку реле пойдет только после того, как будет разорван провод, то есть когда «нарушитель» будет обнаружен. Теперь одной батарейки хватит на весь поход.

Конструкция автоматического сторожа настолько проста (рис. 62), что о ней не стоит даже рассказывать.

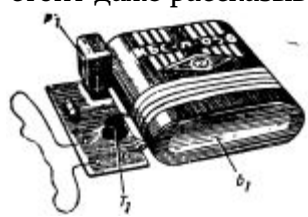

Рис. 62. Монтажная плата автоматического сторожа.

Транзистор вместе с резистором устанавливают в любом удобном месте — можно даже на основании реле или на выводах его контактов. Необходимо только позаботиться об одном. Сторож может работать и в дождь, и при сильной росе, поэтому его нужно поместить в герметичный корпус. Любая пластмассовая или железная коробочка может быть использована для этой цели, если крышку в местах соединения с корпусом залить воском или замазать пластилином, а всю коробку поместить во

влагонепроницаемый футляр или оболочку. Для этой цели подойдет хлорвиниловый пакет или отрезок велосипедной камеры. Особенно тщательно следует изолировать щели между крышкой и дном футляра, а также отверстия, через которые выходят концы сигнального провода.

Налаживание сторожа сводится к подбору величины сопротивления резистора *R1*. Оно должно быть таким, чтобы при включенном сигнальном проводе транзистор был заперт, а при обрыве четко открывался. Это нужно проверить при разной температуре, так как транзисторы чувствительны к ее изменениям. Налаживание, конечно, следует производить до того, как сторож будет помещен в герметичную упаковку.

Батарею питания *Б1* нужно размещать в общем корпусе с транзистором и реле. При упаковке следите, чтобы реле и другие детали были прочно прикреплены ко дну корпуса, а контакты реле при переключении не задевали за стенки или другие детали. Реле можно взять типа РЭС-10 (паспорт РС 4 524 308) или РКН-1 (паспорт РС 3259038).

Как ни хороши два сторожа с сигнальным проводом, все же опытный разведчик может обнаружить нашу проволочку, как бы тонка она ни была. Ночью, особенно при большой росе, на проволочке оседают капельки влаги, она становится толще. Если осветить ее фонарем, то проволока становится заметной за несколько шагов до нее, и тогда ничего не стоит пройти мимо, не нарушив даже такой слабой преграды.

Разведчик может случайно обнаружить провода, соединяющие контакты реле с караульным помещением, и, перерезав их, пойдет спокойно дальше, не боясь задеть и оборвать тонкий сигнальный провод. Избежать таких неприятностей нам поможет более сложная конструкция электронного сторожа, работающая на совершенно ином принципе.

Электронный сторож

Существует несколько разных генераторов электрических колебаний. Наиболее распространен генератор, основными деталями которого являются электронная лампа или транзистор и резонансный контур из индуктивности и емкости с элементами обратной связи. Генерация электрических колебаний может возникнуть только при определенных условиях: когда на электроды транзистора или лампы будут поданы необходимые напряжения питания, значения индуктивности и емкости резонансного контура будут иметь нужные нам величины и, что самое главное, обмотки катушки индуктивности обратной связи (или конденсаторы обратной связи) будут включены таким образом, чтобы могли возникнуть незатухающие колебания.

Для возникновения генерации большое значение имеют и величины индуктивности или емкости, стоящей в цепи обратной связи. Вот на этом последнем свойстве, на этой зависимости возникновения генерации от величины обратной связи, и построен электронный сторож, который подает сигнал тревоги, стоит только приблизиться к нему на некоторое расстояние.

Для получения тревожного сигнала не нужно прикасаться к какому-то предмету, не нужно обрывать сторожевой провод. Нужно только подойти к антеннам генератора на расстояние около 1 *м*. Сторож «почувствует» приближение постороннего, и сработает тревожная сигнализации.

На рисунке 63 изображена блок-схема такого сторожа.

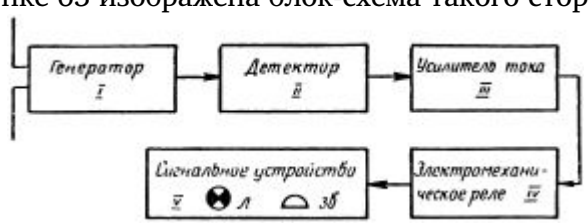

Рис. 63. Блок-схема электронного сторожа.

Генератор *I* собран на транзисторе и индуктивно-емкостном резонансном контуре. Конденсатор обратной связи (от величины емкости которого зависит, будет ли работать генератор) состоит из двух больших пластин фольги или жести, находящихся на расстоянии 1,0–1,5 *м* одна от другой.

Если между пластинами конденсатора будет воздух, генератор работать не будет. Стоит, однако, нарушителю пройти между этими пластинами, емкость конденсатора резко изменится и генератор начнет работать.

Заметим сразу, что большие пластины жести или фольги будут заметны противнику, и поэтому мы заменим их тонкой проволокой, натянутой зигзагообразно в удобном для этого месте. С таким конденсатором сторож работает вполне уверенно.

Как только генератор *I* начнет работать, в его нагрузке появляются электрические колебания (переменный ток). Этот переменный ток поступает на детектор *II*, где выпрямляется, затем усиливается усилителем тока *III*, и усиленный ток заставляет сработать сигнальное электромеханическое реле *IV*. Реле своими контактами включает сигнальную лампочку или звонок на пульте *V* дежурного в караульном помещении.

Полная принципиальная схема электронного сторожа-невидимки изображена на рисунке 64.

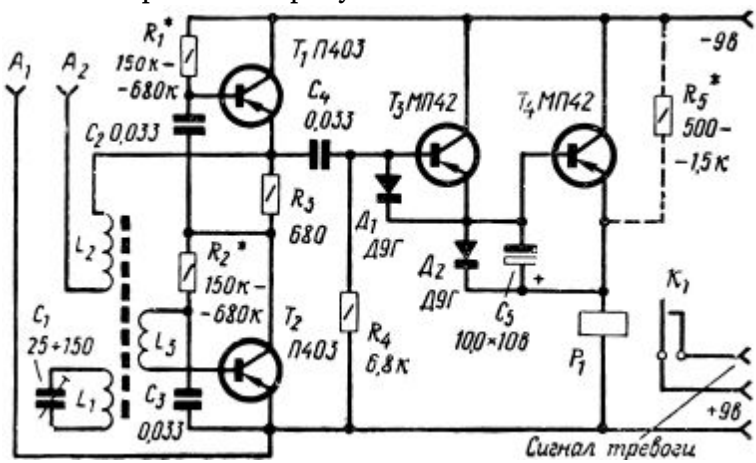

Рис. 64. Принципиальная схема электронного сторожа.

Генератор здесь собран на двух транзисторах *Т1* и *Т2*. Такая схема генератора несколько необычна, однако она позволяет получить большую чувствительность сторожа, повысить его «чуткость» и очень удобна и проста в налаживании.

Основной контур генератора состоит из катушки индуктивности *L1* и конденсатора *С1*. На одном сердечнике с *L1* намотаны две катушки обратной связи — основная и дополнительная (*L3* и *L2*). Если включить только основную катушку *L3*, то генератор работать не будет. При включении второй катушки обратной связи *L2* генератор либо будет работать, либо нет — все зависит от взаимного расположения проводов *А1* и *А2*. При установке сторожа на месте охраны нужно подобрать такое взаимное положение этих проводов, чтобы в отсутствие человека генератор не работал. Но необходимо соблюсти и другое условие: как только человек появится вблизи хотя бы одного провода, генератор должен четко начинать

работу.

Подбор взаимного положения проводов *А1* и *А2* напоминает поиск наилучшего положения комнатной телевизионной антенны, когда мы подбираем и угол раствора самих «усов» антенны, и ее положение по отношению к направлению на телецентр.

Конденсаторы *С2* и *С3* служат для обеспечения условий возникновения генерации. Резисторы *R1* и *R2* создают необходимый режим работы транзисторов генератора по постоянному току. Резистор *R3* — нагрузка генератора. С этого резистора электрические колебания (переменный ток) через конденсатор связи *С4* поступают на детектор-усилитель, собранный на диодах *Д1* и *Д2* и транзисторах *Т3-Т4*. Как только начнет работать генератор, транзисторы *Т3* и *Т4* открываются и по обмотке реле *Р1* пойдет ток эмиттеров обоих транзисторов. Реле сработает и включит тревожную сигнализацию.

Конструктивно такой сторож выполняют на плате и в такой же коробочке, как и радиокомпас. Катушки индуктивности наматывают на стержне ферритовой антенны, на бумажных гильзах. Обмотка *L1* содержит 250 витков, обмотка *L2* — 100 витков, а *L3* — 50 витков. Все обмотки выполнены проводом ПЭЛШО 0,12. Можно применить для этих катушек и простой провод в эмалевой изоляции типа ПЭВ или ПЭЛ такого же диаметра. Конденсаторы— любые, резисторы — типа УЛМ или МЛТ. Емкости конденсаторов и номиналы резисторов могут отличаться от указанных на схеме в полтора-два раза и подбираются при налаживании. Монтажная плата сторожа-невидимки изображена на рисунке 65.

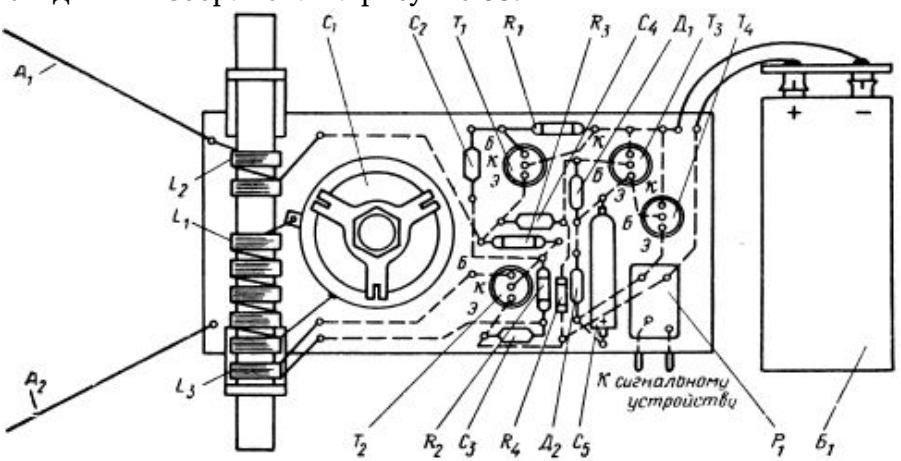

Рис. 65. Монтажная плата электронного сторожа.

Резистор *R5* можно установить в том случае, если реле *Р1* малочувствительно и ток транзисторов недостаточен для четкой

работы реле. От источника питания через резистор *R5* в обмотку реле *P1* проходит небольшой ток, который подмагничивает сердечник обмотки реле и облегчает его срабатывание при появлении тока через транзисторы *Т3* и *Т4*.

Электронные сторожа, о которых мы рассказали, могут быть использованы не только для «военных» целей.

Такие сторожа могут сослужить хорошую службу при организации различных аттракционов и веселых игр с самым неожиданным результатом. Об этом стоит подумать тем, кто хочет, чтобы пионерские сборы, школьные или семейные торжества и праздники были по-настоящему веселыми и интересными.

Мы рассказали только о некоторых применениях радиоэлектроники в приложении к военным играм. Воспользовавшись описаниями самых различных по назначению электронных устройств, вы сможете так вооружить участников игры «Зарница» или просто военизированного похода новейшей техникой, что ваш отряд при наличии, конечно, смекалки и военной хитрости станет непобедимым.

Существует еще много самых разнообразных электронных игрушек, имеющих более «мирное» применение, но это уже тема другой книжки.

Для тех, кто воспользуется описанием устройств, о которых мы рассказали, и, самое главное, захочет их сделать для себя или для товарищей, мы даем небольшое приложение. Оно поможет конструктору подыскать замену той или иной детали, если он не сможет достать именно ту, которая указана в описании устройства.

Приложение

Рекомендации по замене деталей в конструкциях

НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ	ВОЗМОЖНАЯ ЗАМЕНА	Примечание
1	2	3
	Схема (рис. 1)	
Телефон *Тлф* (ТОН-2)	Капсюль типа ДЭМ-4М, ДЭМШ	Практически любой головной телефон
Трансформатор $Тр_1$ (сетевой звонок)	Выходной трансформатор радиоприемника «Рекорд»	Любой выходной трансформатор лампового приемника
Транзистор $Т_1$	МП39—МП42, П13—П16	Практически любой НЧ транзистор
Конденсатор $С_1$ — 2200	$С_1$—1800—3300 *пф*. Тип КСО, КЛС, КМ, МБМ	Емкость выбирается при налаживании по звучанию
	Схема (рис. 6)	
Транзисторы $Т_1 — Т_3$	МП42, П401—П423	
Телефон *Тлф*	Тон-2, ДЭМ-4М	Любые головные телефоны
Катушка L_1	Катушка индуктивности (0,8—1 *мгн*)	Секция контура ПЧ любого лампового приемника
Конденсатор $С_{11}$ (10—100 *пф*), КПК-3	Одна из секций переменного конденсатора транзисторного приемника типа «Сокол» или из набора «Юность», КПК-4	Любой переменный или подстроечный конденсатор с изменением емкости от 10 до 150 *пф*

1	2	3
Конденсаторы C_2, C_6, C_{10}, C_{13}	КСО-1, КТ, КД	Подбираются при настройке
Резисторы R_1, R_5, R_{10}	МЛТ-0,25—0,5; ВС-0,25	Подбираются при настройке. Могут отличаться на ±30%
Катушка L_2		Наматывается проводом ПЭЛ 0,25—0,5
Резисторы R_2, R_3, R_4, R_6, R_7, R_8, R_9	ВС-025; МЛТ-0,5; УЛМ-0,12	Номинальные значения могут отличаться на ±20%
Конденсаторы C_3, C_4, C_8, C_9	КСО-1, КЛС, КМ, МБМ	Номиналы могут отличаться на ± 20%
Конденсаторы C_1, C_5, C_7, C_{12}	(0,01—0,1 *мкф*), КСО-1, КЛС, КМ, МБМ	Емкость, увеличенная в большую сторону, улучшает фильтрацию
	Схема (рис. 12)	
Лампа осветительная 2,5 *в* 0,16 *а*, 2,5 *в* 0,75 *а*	3,5 *в* 0,2 *а*	При одновременном увеличении емкости конденсатора C_1 до 1000 *мкф*
Конденсатор C_1	К50-6, КЭ-2М, ЭТО-2, ЭТО-3	Применение КЭ-2М нежелательно из-за больших габаритов конденсатора
	Схема (рис. 17)	
Транзисторы T_1, T_2, T_3	МП39—МП40А (П13—П16)	Желательно с большим $\beta_{ст}$ (не менее 30)
Диод $Д_1$	Д9Б—Д9Ж, Д2Б—Д2И	Любой плоскостной диод

1	2	3
Диоды $Д_2$, $Д_3$	Д7Б—Д7Ж, Д226Б—Д226Д	То же
Резисторы R_1—R_{12}	МЛТ-0,5, УЛМ-025, ВС-0,25	Номиналы могут отличаться на ±20%, мощность рассеяния любая
Реле P_1 (РКН-1, паспорт РС 3 259 038)	РЭС-10, паспорт РС 4 524 308	Можно использовать любые другие типы реле с током срабатывания не более 30 *ма* при напряжении 9 *в*
Конденсаторы C_1, C_2	(3,0—10,0 *мкф*), ЭТО-1, «Тесла», ЭМ, К50-6	Емкость может отличаться от указанной в два раза в большую сторону
Конденсатор C_4	(3,0—10,0 *мкф*), ЭТО, «Тесла», ЭМ, К50-6	Емкость конденсатора выбирается в зависимости от времени удержания якоря реле в притянутом состоянии
	Схема (рис. 21)	
Трансформатор понижающий Ш-12, набор 22 *мм*	Пластины Ш-14, Ш-16	Набор 20—30 *мм*
Обмотка *Iа* — 1860 витков, обмотка *Iб* — 2540 витков, провод ПЭВ 0,15	Провод ПЭЛ 0,10—0,20	
Обмотка *II* — 190 витков, провод ПЭВ 0,44	Провод ПЭЛ 0,35—0,51	

1	2	3
Провод ПЭВ 0,42	Провод ПЭЛ 0,52	
Диоды $Д_1 — Д_4$	Д7А—Д7Ж, Д226Б—Д226Д, ДГ-Ц21—ДГ-Ц27	
Конденсаторы C_1, C_2, C_3 типа ЭГЦ	Конденсаторы типа КЭ-2М, ЭТО, ЭМ, «Тесла»	Номинальные значения емкости могут быть увеличены или уменьшены вдвое
Резисторы R_1, R_2, R_3 типа МЛТ-2 и МЛТ-1	Резисторы типа ВС-2 и ВС-1	Могут отличаться на ±20%
	Схема (рис. 22)	
Трансформатор $Тр_1$	Силовой трансформатор радиолы «Сакта»	Можно применить любой силовой трансформатор со вторичной обмоткой на 200 *в*
Селеновый выпрямитель АВС—120—270	Четыре полупроводниковых диода Д7Ж или Д226Б	Собирается на отдельной монтажной плате по той же самой схеме
Фоторезистор R_{13} (ФС-К1)	ФС-К6, ФСК-Г1	Режим подбирается изменением сопротивления резистора R_3
Радиолампа $Л_1$ 6Н1П	6Н2П	Цоколевка этой лампы, как у 6Н1П
Радиолампа $Л_2$ 6Н1П	6Н7С	Цоколевка лампы 6Н7С октальная (восьмиштырьковая)
Резисторы R_1, R_2, (430 *ом* и 5,1 *ком*)	Дроссель от радиолы «Чайка» или резисторы МЛТ-1 820 *ом* и 10 *ком*, соединенные параллельно	Можно использовать дроссель от любого радиоприемника на лампах

1	2	3
Резисторы $R_3 - R_{12}$	МЛТ-0,5, ВС-1	Сопротивления резисторов могут отличаться на ±30% от указанных значений. Мощность рассеяния может быть увеличена в два раза
Конденсаторы электролитические C_1, C_2, C_3	Конденсаторы типа К50-3, КЭ-2-М, 20,0×300 *в*, 40,0×450 *в*	Рабочее напряжение должно быть не ниже 300 *в*. Емкость может быть увеличена
Конденсаторы C_4—C_7	МБМ, МБГИ, БМ	Могут быть применены любых типов с изменением номинальных значений на ±20%
Счетчик РС 2 720 005	Реле типа РКН-1, РП-4, РП-5 или счетчик типа СБ-1М	Ток срабатывания должен быть не более 10 *ма*
Конденсатор C_8	(0,1—0,5 *мкф*), МБМ МБГО	Можно увеличить емкость, увеличив тем самым время притяжения якоря реле (при использовании в качестве нагрузки реле)
	Схема (рис. 26)	
Транзисторы T_1, T_2	МП39—МП40, П13—П16, П6А—П6Д	
Реле РЭС-10, паспорт РС 4 524 308	РП-4, РП-5, РСМ-1, РЭС-6, РЭС-9	Реле РЭС-10 обладает наименьшими габаритами. Может быть применено большее по размерам реле с током срабатывания 20—30 *ма* при напряжении 9 *в*. Можно применить поляризованные реле типа РП-4, РП-5

1	2	3
Диод $Д_1$	Диод Д226Б—Д226Д, ДГ-Ц21, ДГ-Ц27, Д7А—Д7Ж	Любой плоскостной диод
Осветительная лампа $Л_1$ 2,5 *в* 0,2 *а* или 0,16 *а*	3,5 *в* 0,2 *а*	При одновременном увеличении емкости конденсатора C_4 вдвое
Переменный резистор R_4 (СПО-0,5 47 *ком*)	ВК, СП-2, СПО-1 (39—68 *ком*)	
Резистор R_5	(100—300 *ом*) МЛТ-0,5, ВС-0,25	Подбирается при наладке в зависимости от тока срабатывания реле
Конденсаторы C_2, C_3	ЭМ, ЭТО-1, К50-6, ЭГЦ, «Тесла»	Емкость может отличаться вдвое от указанной
Резисторы остальные	МЛТ-05, МЛТ-0,25, ВС-0,25	Номинальные значения могут отличаться на ±20%
Конденсатор C_4	ЭТО, КЭ-2-М, К50-6, «Тесла»	Емкость конденсатора увеличивается до 600 *мкф*, одновременно увеличивается яркость вспышки лампы
	Схема (рис. 28)	
Транзисторы T_1—T_3	МП39—МП42, П13—П16, П6А—П6Д	
Реле РЭС-10, паспорт РС 4 524 308	РП-4, РП-5, РКН-1, РСМ-1, РЭС-6, РЭС-9	Реле РЭС-10 обладает наименьшими габаритами. Можно применить любое реле с током срабатывания до 20—30 *ма* при напряжении 3,7 *в*. Ослабить пружину якоря

1	2	3
Резисторы R_1—R_5	МЛТ-0,5, УЛМ-0,12	Номинальные значения могут отличаться на ±20%
Переменный резистор R_4	(СПО-0,5 150 *ком*), (75—200 *ком*). Типа СПО-1, СП-2, ВК	
	Схема (рис. 40)	
Транзистор T_1	П403—П423, МП42	
Транзистор T_2	МП42, П401	
Транзистор T_3	МП39—МП40, П13—П16; П6Б—П6Г	
Ферритовый стержень Ф400 (400 НН) ∅ 8 *мм*	Плоский или круглый ферритовый стержень Ф400 (400 НН), Ф600 (600 НН) от любого транзисторного приемника	
Телефон $Тф_3$	Капсюль типа ДЭМ-4М, ДЭМШ, громкоговоритель 0,1ГД-6 с выходным трансформатором из набора «Юность»	
Резисторы R_1 — R_{10}	МЛТ-0,25—0,5	Подбираются при настройке. Номинальные значения могут отличаться от указанных на ±20%

1	2	3
Конденсатор C_1 КПК-3	Переменный конденсатор из набора «Юность», КПК-4	Любой переменный или подстроечный конденсатор с изменением емкости от 10 до 100—200 *пф*
Электролитические конденсаторы C_7, C_9	(5,0—10,0 *мкф*), (10,0—50,0 *мкф*), ЭМ, К53-1, ЭТО-1, «Тесла»	Рабочее напряжение не ниже 10 *в*
Конденсаторы $C_2 - C_6$	КЛС, МБМ, МБГО (0,022—0,047 *мкф*)	
	Схема (рис. 49)	
Транзисторы T_1, T_2	МП39—МП41, (П13—П16), МП37—МП38А	Последние требуют изменения полярности напряжения питания. Полярность электролитических конденсаторов в этом случае изменяется на противоположную
Диод $Д_1$, $Д_2$	Д7Г, Д226Б—Д226Д, ДГ-Ц21—ДГ-Ц27	
Счетчик РС 2 720 003 завода «Красная заря»	СБ-1М	Обмотка перематывается проводом ПЭЛ 0,15, содержит 5850 витков, ток срабатывания 40 *ма*
Кнопка с одной парой НЗ и НР контактов. Паспорт ЕИ 6 721 000	Контактная группа реле типа РЭС-6	Любая другая контактная группа с указанными положениями контактов

1	2	3
Резисторы R_3 (75 *ком*), R_5 (8,2 *ком*)	(50—100 *ком*), (4,3—10 *ком*), МЛТ-0,5	Подбираются при наладке
Резисторы R_1—R_6	МЛТ-0,5, УЛМ-0,12, ВС-0,25	Номиналы могут отличаться на ±20%
Конденсаторы C_2	К53-1, ЭМ	Емкость может быть изменена вдвое. Тип конденсатора любой
Конденсатор C_1	К53-1, ЭМ, МБМ, БМ	То же
	Схемы (рис. 51 и 54)	
Транзисторы T_1, T_2	МП40—МП42, П13—П16, П6Б—П6Г	
Диод $Д_1$	Д7А—Д7Ж, Д226Б—Д226Д, ДГ-Ц21—ДГ-Ц27	
Реле P_1 РЭС-10, паспорт РС 4 524 308	РКН-1, паспорт РС 3 259 038, РЭС-6, РСМ-1	Любое реле с током срабатывания до 30 *ма* при напряжении 5—10 *в*
Громкоговоритель $Гр_1$ 1ГД-7	0,25ГД-2, 1ГД-19, 0,5ГД-17	Практически любой громкоговоритель, но желательно плоский, как, например, 0,5ГД-17
Переменный резистор R_2	39—100 *ком*, типов СПО, СП или ВК	При отсутствии переменного резистора можно подобрать и поставить постоянный

1	2	3
Конденсаторы C_1 — 1 *мкф*, C_2—2 *мкф*	1—3 *мкф*, типа ЭМ, МБМ, К53-1	
Осветительная лампа $Л_1$ 3,5 *в* 0,2 *а*	2,5 *в* 0,2 *а*	
Резисторы R_1, R_3, R_4	МЛТ-0,25—0,5, УЛМ, ВС-0,25	Номинальные величины могут отличаться на ±20%
	Схема (рис. 57)	
Транзисторы T_1—T_4	МП39—МП41, П13—П16	
Реле РЭС-6, перемотанное проводом ПЭЛ 0,12, сопротивление обмотки 800 *ом*, ток срабатывания 40 *ма*	РСМ, РКН, РЭС-9	Любое реле, срабатывающее при напряжении 9 *в* и токе не свыше 50 *ма*
Громкоговоритель $Гр_1$	Громкоговоритель от любого лампового приемника	Размеры громкоговорителя ограничиваются размерами диска автомата
Электролитические конденсаторы C_5, C_6	Два конденсатора К50-6, ЭТО-3, КЭ-2М	Применение последних типов нежелательно из-за большого их размера
Диод $Д_1$	Любой плоскостной диод Д7Ж, Д226Б	
Осветительная лампочка 2,5 *в* 0,2 *а*	3,5 *в* 0,2 *а*	При одновременном увеличении емкости конденсатора C_6 до 1000 *мкф*

1	2	3
Переменный резистор R_3	(39—100 *ком*), СПО, СП-2, ВК	
Резисторы R_1—R_7	МЛТ-0,25—0,5, УЛМ, ВС-0,25	Номинальные значения могут отличаться на ±20%
Конденсаторы C_1—C_4	ЭМ, МБМ	То же
	Схема (рис. 60)	
Реле P_1 типа РП-4, РП-5, РП-7	Реле типа РКН-1, паспорт РС 3 259 038	Практически любое реле, срабатывающее от выбранного источника тока
Резистор R_1	Выбирается в зависимости от тока срабатывания реле. Тип резистора МЛТ или ВС	
	Схема (рис. 61)	
Транзистор T_1	П6А—П6Д, П13—П16, МП39—МП42	Любой НЧ транзистор
Реле P_1 РЭС-10	Реле типа РП-4, РП-5 или РП-7, например с паспортом РС 4 521 008	Практически любое реле, срабатывающее от данного источника тока

1	2	3
Резистор R_1	Типа МЛТ, ВС, УЛМ любой мощности рассеяния	Подбирается так, чтобы при обрыве провода срабатывало реле в коллекторной цепи транзистора
Предохранительный провод	Типа ПЭЛ 0,05, 0,06, 0,07 или ПЭВ таких же диаметров	
	Схема (рис. 64)	
Транзисторы T_1, T_2	П401—П403—П423 или ГТ309 с любым буквенным индексом	
Транзисторы T_3, T_4	П6А—П6Д, МП40—МП42, П13—П16	
Диоды $Д_1$, $Д_2$	Точечные диоды Д8 или Д9 с любым буквенным индексом	
Катушки L_1, L_2, L_3	Провод ПЭЛШО 0,10—0,12	250, 100 и 50 витков соответственно
Стержень ферритовый 400НН (Ф600)	Диаметр 8 *мм*, плоский, горшкообразный сердечник типа СБ-12а	

1	2	3
Конденсаторы C_2, C_3, C_4	Конденсаторы любого типа 0,01—0,05 *мкф*	
Конденсатор C_5	5,0—20,0 *мкф* на напряжение 6—26 *в*, типа ЭМ, ЭТО, «Тесла»	
Реле P_1 РЭС-10	РКН-1, РП-4, РП-5, РП-7	Ток срабатывания не более 30 *ма*
Резисторы R_1—R_5	Резисторы типа МЛТ, ВС на мощности рассеяния 0,25 и 0,5 *вт*	Могут отличаться от указанных на схеме в три и более раза
Конденсатор КПК-4	Конденсатор переменной емкости из набора «Юность»	Можно подобрать конденсатор постоянной емкости